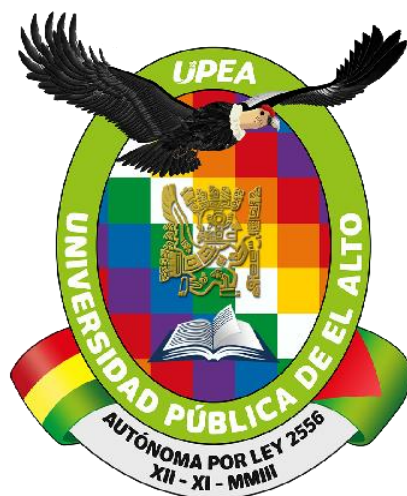


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

**CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**TESIS DE GRADO**

**“MODELO DE ANÁLISIS FORESTAL EN BASE A GOOGLE  
EARTH ENGINE APLICADO AL GOBIERNO AUTÓNOMO  
MUNICIPAL DE VIACHA”**

**Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas**

**MENCIÓN: INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES**

**Postulante: Univ. Yhenny Valeriano Huanca**

**Tutor Metodológico: Lic. Ing. Dionicio Henry Pacheco Rios**

**Tutor Revisor: Lic. Santos Chillo Espinoza**

**Tutor Especialista: Lic. Gladys Francisca Chuquimia  
Mamani**

**EL ALTO - BOLIVIA**

**2023**

**DECLARACIÓN JURADA DE  
AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, **Yhenny Valeriano Huanca** estudiante con C.I. **9231200LP** mediante la presente declaro de manera pública que la propuesta del **TRABAJO DE GRADO** titulada **“MODELO DE ANÁLISIS FORESTAL EN BASE A GOOGLE EARTH ENGINE APLICADO AL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE VIACHA”** es original, siendo resultado de mi trabajo personal y no constituye una copia o replica de trabajos similares elaborados.

Autorizo la publicación del resumen de mi propuesta en internet y me comprometo a responder a todos los cuestionamientos que se desprenden de su lectura.

Asimismo, me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquiera irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que el **TRABAJO DE GRADO** haya sido publicado anteriormente: asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas legales que se deriven de ello sometiéndome a las normas establecidas y vigentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

El Alto, diciembre del 2023.

**Firma**

**Yhenny Valeriano Huanca**

**C.I. 9231200**

**e-mail: yhennyvaleriano@gmail.com**

## **DEDICATORIA**

A Dios quien ha sido mi guía, por permitirme concluir este trabajo de grado, brindándome las herramientas necesarias para poder realizarlo.

A mi padre y hermanos quienes me impulsaron a seguir adelante acompañándome en cada paso que doy y en especial a mi madre y mi hija Alba Aitana quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, brindándome su apoyo incondicional en todo este proceso, siendo mi pilar fundamental pues sin ellas no lo habría logrado.

Finalmente, a mis amigos, por apoyarme cuando más lo necesite, por siempre extender su mano en momentos difíciles.

***Yhenny Valeriano Huanca***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiarme en el camino, por darme la fortaleza para seguir adelante y poder realizar este trabajo de grado.

A mi familia por su apoyo, amor y comprensión en todo momento e impulsarme a seguir adelante y no rendirme. Siempre fueron mis mejores guías de vida, sin ustedes todo esto no habría sido posible.

Al Ing. Enrique Flores Baltazar por el apoyo, paciencia, disponibilidad de tiempo y conocimiento brindado mediante las cuales se realizó el trabajo de investigación.

A la Lic. Gladys Francisca Chuquimia Mamani por la comprensión, apoyo y paciencia que me brindo en este proceso.

Al Ing. Santos Chillo Espinoza por el tiempo y en conocimiento brindado en este trabajo de investigación.

Al Ing. Dionicio Henry Pacheco Rios por su apoyo, comprensión y corrección del presente trabajo de investigación.

A los docentes por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que me transmitieron.

# INDICE GENERAL

## CAPITULO I

<b>1.</b>	<b>MARCO PRELIMINAR</b>	<b>1</b>
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	ANTECEDENTES	2
1.2.1.	Antecedentes Internacionales	2
1.2.2.	Antecedentes Nacionales	3
1.2.3.	Antecedentes Locales	4
1.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.3.1.	Problema general	5
1.3.2.	Problemas Específicos	5
1.3.3.	Formulación del problema	6
1.4.	OBJETIVOS	6
1.4.1.	Objetivo general	6
1.4.2.	Objetivos Específicos	6
1.5.	HIPÓTESIS	7
1.5.1.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:	7
1.5.1.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	7
1.5.1.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	7
1.5.2.	Conceptualización de Variables	8
1.5.2.1.	Modelo	8
1.5.2.2.	Análisis	8
1.5.2.3.	Forestal	8
1.5.2.4.	Forestación	9
1.5.2.5.	Reforestación	9
1.5.2.6.	Deforestación	9
1.5.2.7.	Google Earth Engine	10
1.5.2.8.	Índices de Vegetación	10
1.6.	JUSTIFICACIÓN	11
1.6.1.	Técnica	11
1.6.2.	Económica	11
1.6.3.	Social	11
1.6.4.	Científica	11

<b>1.7.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>12</b>
<b>1.7.1.</b>	<b>Método Científico</b>	<b>12</b>
<b>1.7.1.1.</b>	<b>Fases</b>	<b>12</b>
<b>1.7.1.2.</b>	<b>Técnicas</b>	<b>12</b>
<b>1.7.2.</b>	<b>Método De Ingeniería</b>	<b>12</b>
<b>1.7.2.1.</b>	<b>Metodología UWE</b>	<b>12</b>
<b>1.7.2.2.</b>	<b>Técnicas</b>	<b>13</b>
<b>1.7.2.3.</b>	<b>Fases</b>	<b>13</b>
<b>1.7.3.</b>	<b>Metodología de Teledetección para el análisis de las imágenes de satélite</b>	<b>14</b>
<b>1.8.</b>	<b>MÉTRICAS DE CALIDAD AL SOFTWARE</b>	<b>14</b>
<b>1.8.1.</b>	<b>Modelo de Calidad del Software ISO ISO/IEC 25000</b>	<b>14</b>
<b>1.9.</b>	<b>ESTIMACIÓN DE COSTOS</b>	<b>15</b>
<b>1.9.1.</b>	<b>Método COSMIC</b>	<b>15</b>
<b>1.9.1.2.</b>	<b>Etapas</b>	<b>15</b>
<b>1.10.</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>15</b>
<b>1.10.1.</b>	<b>Hardware</b>	<b>15</b>
<b>1.10.2.</b>	<b>Software</b>	<b>16</b>
<b>1.11.</b>	<b>LÍMITES Y ALCANCES</b>	<b>17</b>
<b>1.11.1.</b>	<b>Limites</b>	<b>17</b>
<b>1.11.2.</b>	<b>Alcances</b>	<b>17</b>
<b>1.12.</b>	<b>APORTES</b>	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
<b>2.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>18</b>
<b>2.2.</b>	<b>INFORMACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>2.3.</b>	<b>MODELO</b>	<b>19</b>
<b>2.4.</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>19</b>
<b>2.5.</b>	<b>ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>19</b>
<b>2.5.1.</b>	<b>Tipos de análisis de datos</b>	<b>20</b>
<b>2.6.</b>	<b>RECURSOS FORESTALES</b>	<b>20</b>
<b>2.6.1.</b>	<b>Tipos de recursos forestales</b>	<b>20</b>
<b>2.7.</b>	<b>FORESTACIÓN</b>	<b>21</b>
<b>2.7.1.</b>	<b>Tipos de Forestación</b>	<b>21</b>
<b>2.8.</b>	<b>REFORESTACIÓN</b>	<b>22</b>
<b>2.8.1.</b>	<b>Beneficios de la Reforestación</b>	<b>22</b>

2.8.2.	Fases de la Reforestación	23
2.9.	DEFORESTACIÓN	24
2.9.1.	Causas de la Deforestación	25
2.10.	MUNICIPIO DE VIACHA.	25
2.10.1.	Vegetación del municipio de Viacha	30
2.11.	GOOGLE EARTH ENGINE	31
2.11.1.	Plataforma.	32
2.11.2.	Geoespacial	32
2.11.3.	Datos geográficos.	33
2.11.3.1.	Vector	33
2.11.3.2.	Ráster.	34
2.11.4.	Imagen Satelital.	34
2.11.5.	Colecciones de datos e imágenes de Google Earth Engine.	35
2.11.5.1.	Landsat	36
2.11.5.2.	Centinela	36
2.11.5.3.	Modis	37
2.11.6.	Editor de código	38
2.11.7.	Algoritmos	43
2.12.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA	47
2.13.	INDICES DE VEGETACIÓN	47
2.13.1.	Índices de vegetación en Google Earth Engine.	48
2.14.	USO DE SUELOS	52
2.15.	MONITOREO	52
2.15.1.	Tipos de monitoreo.	53
2.16.	TERRITORIO	54
2.16.1.	Estructura territorial de Bolivia.	54
2.17.	DATOS	54
2.18.	INGENIERIA DE SISTEMAS	55
2.19.	INVESTIGACIÓN	55
2.19.1.	Tipos de investigación.	55
2.19.1.1.	Según el objetivo	56
2.19.1.2.	Según el método	56
2.19.1.3.	Según la fuente	56
2.19.1.4.	Según el resultado	57

<b>2.20.</b>	<b>METODOLOGÍAS</b>	<b>57</b>
<b>2.21.</b>	<b>MÉTODO CIENTÍFICO</b>	<b>57</b>
2.21.1.	Concebir la idea a investigar.	<b>58</b>
2.21.2.	Planteamiento del problema de investigación.	<b>58</b>
2.21.3.	Elaboración del marco teórico.	<b>58</b>
2.21.4.	Definición del alcance de la investigación a realizar.	<b>59</b>
2.21.5.	Formulación de hipótesis.	<b>60</b>
2.21.6.	Diseños de investigación.	<b>61</b>
2.21.7.	Selección de muestra.	<b>62</b>
2.21.8.	Recolección de los datos.	<b>63</b>
2.21.9.	Análisis de datos.	<b>64</b>
2.21.10.	Elaboración del reporte de investigación.	<b>64</b>
<b>2.22.</b>	<b>METODOLOGÍA UWE</b>	<b>66</b>
2.22.1.	Modelos de UWE	<b>66</b>
2.22.1.1.	Modelo de requisitos:	67
2.22.1.2.	Modelo de Contenido:	67
2.22.1.3.	Modelo de navegación	68
2.22.1.4.	Modelo de presentación	69
2.22.1.5.	Modelo de proceso	70
2.22.2.	Fases de UWE	<b>71</b>
<b>2.23.</b>	<b>METODOLOGÍA DE TELEDETECCIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE</b>	<b>73</b>
<b>2.24.</b>	<b>MÉTRICA DE CALIDAD AL SOFTWARE</b>	<b>75</b>
2.24.1.	Estándar ISO/IEC 25000.	75
<b>2.25.</b>	<b>ESTIMACIÓN DE COSTOS COSMIC</b>	<b>77</b>
2.25.1.	Método COSMIC. Fase 1: Estrategia de medición	<b>79</b>
2.25.2.	Método COSMIC. Fase 2: Mapeo	<b>80</b>
2.20.3.	Método COSMIC. Fase 3: Medición	<b>81</b>
<b>2.21.</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>82</b>
2.21.1.	JavaScript.	<b>82</b>
2.21.2.	Servidor Virtual Privado VPS	<b>85</b>
2.21.3.	Visual Studio Code.	<b>85</b>
2.21.4.	QGIS.	<b>86</b>
2.21.5.	XAMPP.	<b>89</b>



2.21.6.	Google Earth Engine.	89
2.21.7.	GeoServer	91
2.21.8.	FileZilla	92
3.1	INTRODUCCIÓN	93
3.2	ETAPAS DEL MÈTODO CIENTÌFICO	94
3.3	ENFOQUE CAUSAL	96
3.4	Metodología UWE	97
3.3.1.	Modelo de requisitos:	97
3.3.2.	Casos de Uso	99
3.3.3.	Modelo de contenido	104
3.3.4.	Modelo de navegación	105
3.3.5.	Modelo de presentación	105
3.4.	METODOLOGÍA DE TELEDETECCIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE SATÉLITE	108
3.4.1.	Fase de descarga de imágenes	108
3.4.2.	Fase de Pre – procesamiento	113
3.4.3.	Fase Retrieval	115
3.5.	IMPLEMENTACIÓN	117
3.5.1.	Obtención de gráfico de cobertura forestal	117
3.5.2.	Implementación de algoritmos	119
3.5.3.	Obtención de imágenes satelitales	148
3.5.4.	Implementación de algoritmos	149
3.5.5.	Proceso de publicación capas shp al GeoServer	154
3.6.	ESTRUCTURA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MODELO	163
3.7.	VISUALIZACIÓN DEL MODELO	163
3.8.	METRICAS DE CALIDAD ISO 25000	170
3.8.1.	Funcionalidad	170
3.8.2.	Fiabilidad	172
3.8.3.	Usabilidad	173
3.8.4.	Mantenibilidad	174
3.8.5.	Eficiencia	175
3.8.6.	Portabilidad	176
3.8.7.	Análisis de resultados	177
3.9.	ESTIMACION DE COSTOS COSMIC	177
3.7.1.	Estrategia de medición	178

3.7.2.	Mapeo y medición	178
4.	PRUEBAS Y RESULTADOS	186
4.1.	Numero de muestras	186
4.2.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	190
4.2.1.	Proposición de hipótesis	190
4.3.	Análisis de resultados	192
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	193
5.1.	ESTADO DE LOS OBJETIVOS	193
5.1.1.	Estados de los objetivos específicos	193
5.2.	ESTADO DE LA HIPÓTESIS	194
5.3.	CONCLUSIONES	195
5.4.	RECOMENDACIONES	195

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de Variables.....	7
<b>Tabla 2</b> Límites territoriales del municipio de Viacha. ....	26
<b>Tabla 3</b> Distritos municipales de Viacha, antes y después de su división.....	28
<b>Tabla 4</b> Distritos y cantidad de superficie en Km2, que ocupan.....	29
<b>Tabla 5</b> Vegetación del Municipio de Viacha. ....	30
<b>Tabla 6</b> Repertorio Landsat.....	36
<b>Tabla 7</b> Requerimientos del usuario .....	97
<b>Tabla 8</b> Requerimientos funcionales.....	98
<b>Tabla 9</b> Requerimientos No Funcionales .....	98
<b>Tabla 10</b> Caso de uso Visualiza información. ....	99
<b>Tabla 11</b> Caso de uso visualiza Time Lapse.....	100
<b>Tabla 12</b> Caso de uso visualizar gráfico de análisis forestal.....	101
<b>Tabla 13</b> Caso de uso imágenes satelitales.....	102
<b>Tabla 14</b> Caso de uso Visualizar capas. ....	103
<b>Tabla 15:</b> Algoritmos utilizados para el desarrollo del modelo. ....	113
<b>Tabla 17:</b> índices de cobertura. ....	118
<b>Tabla 18</b> Datos de cobertura forestal.....	122
<b>Tabla 19</b> Datos de cobertura forestal.....	130
<b>Tabla 20</b> Datos de cobertura forestal.....	139
<b>Tabla 21</b> Métricas internas.....	170
<b>Tabla 22</b> Métricas de calidad y sus valores .....	171
<b>Tabla 23</b> Módulos y sus valores.....	172
<b>Tabla 24</b> Características de las Métricas Internas. ....	173
<b>Tabla 25</b> Valores obtenidos de la métrica de calidad.....	173
<b>Tabla 26</b> Valores de evaluación.....	175
<b>Tabla 27</b> Preguntas de evaluación.....	175
<b>Tabla 28</b> Resultado de la evaluación de calidad.....	177
<b>Tabla 29</b> Datos obtenidos para la muestra. ....	186

## INDICES DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa De La República De Bolivia, Departamento De La Paz, Provincia Ingavi Y Municipio De Viacha.....	26
<b>Figura 2:</b> Distritos municipales del Municipio de Viacha.....	27
<b>Figura 3:</b> Superficie De Área Residencial Ocupada.....	28
<b>Figura 4:</b> Gráfico de distritos.....	29
<b>Figura 5:</b> Datos vectoriales.....	34
<b>Figura 6:</b> Datos Raster.....	34
<b>Figura 7:</b> Bandas Sentinel.....	37
<b>Figura 8:</b> Code Editor.....	38
<b>Figura 9:</b> Panel Central.....	39
<b>Figura 10:</b> Panel de herramientas.....	39
<b>Figura 11:</b> Get Link.....	40
<b>Figura 12:</b> Visor de mapas.....	40
<b>Figura 13:</b> Búsqueda de lugares y conjunto de datos.....	41
<b>Figura 14:</b> Panel de administración, documentos API, administrador de activos.....	41
<b>Figura 15:</b> Panel de inspección, consola y tareas.....	42
<b>Figura 16:</b> Botón de ayuda.....	42
<b>Figura 17:</b> Herramientas de dibujo geométrico.....	43
<b>Figura 18:</b> Administrador de Layers.....	43
<b>Figura 19:</b> NDVI.....	49
<b>Figura 20:</b> Modelo de casos de uso.....	67
<b>Figura 21:</b> Modelo de contenido.....	68
<b>Figura 22:</b> Modelo de transformación de contenido a navegación.....	69
<b>Figura 23:</b> Modelo de Navegación.....	69
<b>Figura 24:</b> Modelo de presentación.....	70
<b>Figura 25:</b> Modelo de proceso.....	71
<b>Figura 26:</b> Metodología De Teledetección Para El Análisis De Las Imágenes De Satélite.....	74
<b>Figura 27:</b> ISO 25000.....	76
<b>Figura 28:</b> Fases de medición.....	77
<b>Figura 29:</b> El proceso de medición COSMIC.....	79
<b>Figura 30:</b> Etapas del método científico.....	94
<b>Figura 31:</b> Esquema del método científico.....	95
<b>Figura 32:</b> Diagrama causal.....	96
<b>Figura 33:</b> Modelo de Google Earth Engine.....	99
<b>Figura 34:</b> Visualiza información.....	100
<b>Figura 35:</b> Visualiza Time Lapse.....	101
<b>Figura 36:</b> Gráfico de cobertura forestal.....	102
<b>Figura 37:</b> Visualizar Imágenes Satelitales.....	103
<b>Figura 38:</b> Visualiza Capas.....	104
<b>Figura 39:</b> Modelo de Contenido.....	104

<b>Figura 40:</b> Modelo de navegación .....	105
<b>Figura 41:</b> Modelo de presentación de la página principal .....	106
<b>Figura 42:</b> Modelo presentación del módulo de capas .....	106
<b>Figura 43:</b> Modelo de presentación del módulo Time Lapse. ....	107
<b>Figura 44:</b> Modelo de presentación del módulo de Cobertura Forestal .....	107
<b>Figura 45:</b> Modelo de presentación del módulo de imágenes satelitales. ....	108
<b>Figura 46:</b> Data Catalog Google Earth Engine .....	109
<b>Figura 47:</b> Datos Sentinel 2.....	110
<b>Figura 48:</b> Catálogo de GeoBolivia Municipios de Bolivia .....	110
<b>Figura 49:</b> Capa de GeoBolivia en QGIS.....	111
<b>Figura 50:</b> Procesamiento de la capa de Geo Bolivia.....	111
<b>Figura 51:</b> Capa procesada del Municipio. ....	112
<b>Figura 52:</b> Subir archivo shp a Google Earth Engine. ....	112
<b>Figura 53:</b> Zona de estudio procesada en Google Earth Engine.....	116
<b>Figura 54:</b> Imagen Sentinel e Imagen NDVI del municipio de Viacha .....	116
<b>Figura 55:</b> Modelo de cobertura forestal procesada en Google Earth Engine .....	117
<b>Figura 56:</b> Gráfico de cobertura forestal .....	118
<b>Figura 57:</b> Gráfico de las coordenadas: lon: -68.23455 y lat: -16.54678. ....	147
<b>Figura 58:</b> Gráfico de las coordenadas: lon: -68.20875 y lat: -16.43356. ....	148
<b>Figura 59:</b> Gráfico de las coordenadas: lon: -68.22753 y lat: -16.57281. ....	148
<b>Figura 60:</b> Modelo de imágenes satelitales. ....	149
<b>Figura 61:</b> Imágenes sentinel de cada año.....	151
<b>Figura 62:</b> Coordenadas de fábricas en el municipio de Viacha.....	155
<b>Figura 63:</b> Añadimos capa de texto delimitado.....	155
<b>Figura 64:</b> Capa de texto delimitado.....	156
<b>Figura 65:</b> Archivos en FileZilla. ....	157
<b>Figura 66:</b> Pantalla principal del geoserver.....	157
<b>Figura 67:</b> Nueva Capa .....	158
<b>Figura 68:</b> Seleccionamos el espacio de trabajo .....	158
<b>Figura 69:</b> Capas subidas.....	159
<b>Figura 70:</b> Añadimos nuevo estilo .....	159
<b>Figura 71:</b> Nuevo estilo.....	160
<b>Figura 72:</b> Publicar capa.....	161
<b>Figura 73:</b> Capa publicada. ....	161
<b>Figura 74:</b> Capas subidas al Geoserver. ....	162
<b>Figura 75:</b> Visualización de capa de fábricas en Geoserver.....	162
<b>Figura 76:</b> Funcionamiento del modelo .....	163
<b>Figura 77:</b> Modulo de Información. ....	163
<b>Figura 78:</b> Modulo de capas. ....	166
<b>Figura 79:</b> Capa visualizada. ....	167
<b>Figura 80:</b> Modulo de Lapso de tiempo 2022 .....	167
<b>Figura 81:</b> Modulo de Lapso de tiempo 1984 .....	168
<b>Figura 82:</b> Modulo de gráfico de cobertura forestal. ....	168

<b>Figura 83:</b> Modulo de imágenes satelitales. ....	170
<b>Figura 84:</b> Tabla de valores Z.....	191
<b>Figura 85:</b> Figura de intervalo de aceptación y rechazo .....	192

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea un modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, con el objetivo de conocer los cambios en el medio ambiente en este caso de la cobertura forestal, logrando obtener datos e imágenes satelitales respecto a los cambios forestales. Para obtener el gráfico de cobertura forestal se trabajó con el índice de vegetación NDVI y se hizo uso de la colección de imágenes del satélite Sentinel con la cual se logró obtener imágenes desde el año 2016 hasta la actualidad, como también se utilizó un GeoServer en el cual nos permite compartir y visualizar datos geoespaciales de lugares estratégicos del Municipio de Viacha.

El trabajo de investigación consta de cinco capítulos los cuales se describen a continuación. En el capítulo I se abarca la parte introductoria, identificando los problemas, objetivos, se plantea la hipótesis, variables dependientes e independientes, como también las metodologías a usarse, las herramientas para el desarrollo del modelo, los límites y alcances del trabajo de investigación.

En el capítulo II se muestra la parte teoría que ayudara a comprender mediante conceptos y definiciones el modelo de análisis forestal, para lo cual se utilizara la plataforma de Google Earth Engine como herramienta de procesamiento, obtención de datos e imágenes satelitales.

El tercer capítulo nos muestra el modelo de análisis forestal, su desarrollo, funcionamiento e implementación, como también las métricas de calidad y costos del mismo, que fueron de ayuda para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo IV se muestran las pruebas, resultados e interpretación de la hipótesis planteada en la investigación.

En el capítulo V se realiza la conclusión de acuerdo a los objetivos planteados y recomendaciones para futuros trabajos.

**Palabras clave:** Google Earth Engine, modelo, forestal, Viacha, análisis, imagen satelital, cobertura, SIG.

## SUMMARY

The present research work proposes a forest analysis model based on Google Earth Engine applied to the Municipal Autonomous Government of Viacha, with the objective of knowing the changes in the environment in this case of forest cover, obtaining data and satellite images regarding forest changes. To obtain the forest cover graph, we worked with the NDVI vegetation index and used the collection of images from the Sentinel satellite with which images were obtained from 2016 to the present, as well as using a GeoServer in the which allows us to share and visualize geospatial data from strategic places in the Municipality of Viacha.

The research work consists of five chapters which are described below. Chapter I covers the introductory part, identifying the problems, objectives, the hypothesis, dependent and independent variables, as well as the methodologies to be used, the tools for the development of the model, the limits and scope of the research work.

Chapter II shows the theory part that will help understand the forest analysis model through concepts and definitions, for which the Google Earth Engine platform will be used as a processing tool, obtaining data and satellite images.

The third chapter shows us the forest analysis model, its development, operation and implementation, as well as its quality and cost metrics, which were helpful in the development of the research.

Chapter IV shows the tests, results and interpretation of the hypothesis raised in the research.

In chapter V the conclusion is made according to the stated objectives and recommendations for future work.

**Keywords:** Google Earth Engine, model, forestry, Viacha, analysis, satellite image, coverage, SIG.



## LISTADO DE ABREVIATURAS

<b>GEE</b>	Google Earth Engine
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>NDVI</b>	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada
<b>UWE</b>	UML – based Web Engineering
<b>UML</b>	Unified Modeling Language
<b>CPF</b>	Punto de Función COSMIC
<b>OGC</b>	Open Geospatial Consortium
<b>FTP</b>	Protocolo de Transferencia de Ficheros
<b>API</b>	Interfaz de Programación de Aplicaciones
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global
<b>DEM</b>	Modelo Digital de elevación
<b>USGS</b>	Servicio Geológico de Estados Unidos
<b>RGB</b>	Rojo, verde y azul
<b>SQuaRE</b>	Evaluación y requisitos de calidad del sistema y software
<b>FUR</b>	Requisitos Funcionales del Usuario
<b>GUI</b>	Interfaz Gráfica de Usuario.
<b>OGR</b>	Es un conjunto de herramientas que permiten el manejo y uso de datos Geoespaciales Vectoriales
<b>GPX</b>	Formato de Intercambio GPS
<b>GPL</b>	General Public Licence
<b>OSM</b>	OpenStreerMap
<b>EROS</b>	Earth Resources Observation and Science Observación y ciencia de los recursos terrestres
<b>NAIP</b>	National Agriculture Imagery Program Programa Nacional de Imágenes Agrícolas
<b>WMS</b>	Web Map Service (Servicio de Mapas Web)
<b>WFS</b>	Web Feature Service (Servicio de funciones web)
<b>WCS</b>	Web Coverage Service (Servicio de Cobertura Web)

# CAPITULO I

## MARCO PRELIMINAR

## **1. MARCO PRELIMINAR**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de investigación establece como tema el Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal De Viacha. Los censos que se realizan en el país solo se encarga de recoger datos de los habitantes, cuántos son, donde viven y como viven en un determinado momento, sin embargo no da conocimiento respecto a la vegetación que se tiene en un determinado tiempo por ello se realiza un modelo que permitirá proporcionar información, datos geográficos que cooperaran en la planificación territorial, implementar programas, proyectos y optimizar la asignación de recursos.

Los problemas encontrados en la investigación realizada en el municipio de Viacha, es el crecimiento territorial y cambios climatológicos lo cual afecta a los índices de vegetación, no pueden ser monitoreados año tras año por esta razón se considera necesario tener un modelo para poder observar mediante imágenes satelitales e histogramas la vegetación que se tiene desde años atrás hasta la actualidad. El mal uso del suelo por parte de pobladores en áreas protegidas provoca un efecto negativo para el medio ambiente y la ciudadanía contaminando el mismo.

El presente trabajo de investigación, plantea una solución a este problema, con el modelo de Google Earth Engine por el cual se realiza el monitoreo de la cobertura forestal aplicado al Municipio de Viacha, tiene como propósito mejorar, brindar información y datos, implementar programas, proyectos que serán útiles para dicho municipio.

En cuanto a la metodología científica empleada en el presente trabajo se utilizó el Método Deductivo e Inductivo que ayudaron en el desarrollo del tema, tomando en las fases de observación, planteamiento del problema, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de datos y conclusiones; la Metodología UWE permite representar todas las etapas del proceso de desarrollo del modelo. Metodología de Teledetección para el análisis de las imágenes de satélite que consta de tres fases: la

descarga de las imágenes, el pre-procesamiento y el modelo retrieval, que ayudaran a obtener información respecto a la cobertura terrestre.

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. Antecedentes Internacionales**

- Ji, Jiahao. (2020), *Desarrollo de una herramienta de integración de datos de imágenes de satélite en Google Earth Engine*. Presenta un trabajo de fin de grado para lograr el monitoreo constante de la tierra con buena resolución de forma regular, para observar los cambios, utilizado Google Earth Engine que es una plataforma a escala planetaria para aplicar analítica y ciencia de datos a la Tierra, proporciona de forma gratuita un catálogo de imágenes de satélites, de varios terabytes de tamaño. En este trabajo fin de grado se implementó soluciones de pansharpening y de fusión de imágenes multiespectrales empleando el lenguaje de programación python, aplicando métodos basados en la transformada wavelet a trous original, y dos de sus variantes que nos permiten regular el balance entre calidad espectral y calidad espacial de la imagen fusionada. También se implementó las métricas de calidad ERGAS espectral y ERGAS espacial, para analizar la calidad espectral y la calidad espacial de la imagen fusionada por separado.
- Subia, Y., (2020). *Análisis multitemporal de cambio de cobertura vegetal y uso de suelos en El Parque Nacional Bahuaja Sonene y su zona de amortiguamiento*. Esta investigación tiene como objetivo realizar un análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y uso de suelos en el PNBS y su ZA dentro del periodo de 1984 – 2018. En su desarrollo se utilizó la metodología adaptada de MAPBiomias Perú, empleando como herramienta la plataforma de Code Editor, el cual es parte de una plataforma geomática denominada Google Earth Engine, estimándose como un gran motor de procesamiento y análisis de imágenes satelitales, facilitando en gran medida el procesamiento de datos, en razón de que realiza grandes procesamientos de datos de información geoespacial. Para el análisis se utilizó las bandas multiespectrales de las imágenes satelitales Landsat 4, 5, 7 y 8, así como

los índices de NDVI, NDWI, EVI2, CAI. Se tuvo como resultados en la zona de amortiguamiento los suelos agrícolas presentan un crecimiento considerable a partir del año 2010, determinándose que entre el periodo de 1984 – 2019 el 2.95% de su territorio presento cambio de uso de suelos por la expansión de suelos agrícolas.

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales**

- Lucana, R., Villalobos, M., (2018). *Mapa de la cobertura y uso de la tierra periodo 2015 de la Provincia Jose Miguel De Velasco - Santa Cruz*. Presenta el trabajo dirigido para la teledetección de imágenes de satélite (LANDSAT 8). Sistemas de Información Geográfica para estimar los cambios en la cobertura y uso de la tierra, el área de estudio es la provincia San Miguel de Velasco del departamento de Santa Cruz, se encuentra sub dividido en tres secciones municipales. Se aplicó la metodología LCCS (LAND COVER CLASSIFICATION SYSTEM) establecida por la FAO/UNEP para generar una leyenda jerárquica y estándar que definiera la cobertura y uso de la tierra, para enlazar y generar un mapa. El sistema de Información geográfico se utilizó para hacer un análisis e identificar los cambios históricos, para una interpretación visual, procesamiento digital de las imágenes y clasificación semiautomática se utilizó la plataforma del Google Earth Engine. Los resultados obtenidos, fueron: un aumento de las áreas dedicadas a cultivos, una disminución de áreas con bosque y una intervención en áreas que deberían conservarse.
- Nina, P., Orlando, R., (2012). *Ciudades intermedias, otras formas de desarrollo rural integrado. Caso de estudio: municipio de Patacamaya*. Universidad Mayor de San Andrés. Presenta como propósito central aportar al conocimiento explicando las causas del crecimiento del Municipio de Patacamaya como Ciudad Intermedia, y como está afectando de manera positiva, a toda una población (urbana y rural) de esta parte del altiplano (Provincia Aroma) y considerarse como alternativa factible en la transformación de su economía y su nivel de vida.
- Duran, M., Edwin, (2003), *Agroeconomía y niveles de desarrollo rural en el departamento de La Paz periodo 1985-2002*. Universidad Mayor de San Andrés.

Afirma que la agroeconomía analiza la actividad de producción, distribución y consumo del sector rural, su interacción entre los entes como el estado y la población local en el nivel de desarrollo departamental. Según el censo del 2001 el departamento de la paz tiene 2.350.466 habitantes, de los cuales el 66 % viven en el área urbana y el 34 % en las zonas rurales, persiste el problema de pobreza y subdesarrollo en áreas rurales.

### 1.2.3. Antecedentes Locales

- Choque, J. L. (2020), *Sistema De Información Aplicada Al Monitoreo De Índices De Consumo De Gas Natural*. Presenta un proyecto de grado para el monitoreo del consumo gas natural para el distrito 8 de la Ciudad de El Alto donde la empresa tiene la información en documentos, Excel, pdf, en tablas donde se recolectó la información de 10 años sobre el consumo gas natural cuyos datos se llevó a una base de datos para poder facilitar una información ordenada de datos que permite acceder de manera inmediata a la información del consumo de gas a domicilio del distrito 8 donde los encargados del área y los usuarios podrán ver el reporte total del consumo por urbanización, mes, año .
- Huanca, K. F. (2020), *Sistema De Información Geográficas Aplicado Al Monitoreo De Riesgos De Quema Con Imágenes De Satélite*. En este proyecto de grado se realizaron los análisis y se tomaron en cuenta los requerimientos de la institución para efectuar un Módulo de análisis sobre el grado de riesgo de quema; además se implementó el módulo de reportes y un visor geográfico para el monitoreo de áreas de quema y riesgo de quema. Se generó también estadísticas de riesgos de quema, todo lo anterior en base a la información obtenida (plana, espacial).
- Choquehuanca, D. (2020), *Sistema De Metadatos Para La Infraestructura De Datos Espaciales*. Este proyecto diseñó un Sistema de Metadatos para la Infraestructura de Datos Espaciales que permita catalogar, visualizar y difundir Información oportuna de los datos geográficos.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. Problema general**

El Gobierno Autónomo Municipal de Viacha tiene como misión fundamental, mejorar la calidad de vida de sus habitantes, es un municipio, con visión de futuro de oportunidades para el desarrollo humano integral y promotor del desarrollo económico productivo industrial y competitivo.

Causando que el territorio este en constante crecimiento lo cual afecta de forma directa e indirecta al ambiente forestal, magnificando el riesgo de desastres medioambientales, la contaminación que provoca la pérdida de masa forestal urbana, puede generar más pobreza e impedir que los gobiernos locales ofrezcan servicios a toda su población llegando a la sobreexplotación indiscriminada de los recursos y a una degradación insostenible del ambiente.

Se llevó a cabo la presente investigación con el fin de conocer datos respecto a los índices que vegetación que se tiene en el Municipio de Viacha como va cambiando constantemente, de tal manera que también se puede obtener imágenes satelitales las cuales nos ayudan a ver el cambio que se tuvo desde años anteriores hasta nuestra actualidad, la cual facilitaría la información a distintas organizaciones y a la población en general, ya que no se cuenta con una herramienta que permita realizar el análisis forestal que se tiene dentro de toda su jurisdicción, que recopile y muestre datos e imágenes satelitales de la cobertura forestal .

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- Falta de un modelo de seguimiento en base a la cobertura forestal.
- No se tiene estadísticas de la forestación, deforestación y reforestación del municipio lo que lleva a una desinformación a la población.
- La saturación prematura de sus reservas territoriales dando un impacto de transformación ambiental.
- El incremento del proceso de desertificación.

- No se cuenta con una aplicación que muestre imágenes satelitales y datos respecto a la cobertura forestal del municipio.

### **1.3.3. Formulación del problema**

¿El Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine de qué manera contribuirá al monitoreo, análisis de cobertura forestal y muestra de imágenes satelitales al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar un Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, que brinde datos e información de los índices de la cobertura forestal, como también imágenes satelitales con las cuales se puede observar los cambios que se tiene en el Municipio.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Obtener datos y diagnosticar la situación actual del Gobierno Autónomo Municipal de Viacha respecto a su entorno ambiental.
- Búsqueda y análisis de imágenes de satélite desde el banco de datos de Google Earth Engine.
- Implementar algoritmos de Google Earth Engine para la realización del modelo aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha.
- Desarrollar aplicaciones utilizando la plataforma Google Earth Engine a fin de conocer la información de los cambios forestales.
- Analizar la información de la cobertura terrestre para ver y evaluar las variaciones cronológicas.
- Desarrollar reportes de índices de vegetación hasta la actualidad y el pronóstico del mismo.



## 1.5. HIPÓTESIS

**H1:** El Modelo de análisis forestal mediante el uso Google Earth Engine recopila datos, genera histogramas y capta imágenes satelitales que brinda información respecto a los índices de vegetación, favoreciendo el monitoreo de una ciudad completa, aplicando los conocimientos adquiridos en ingeniería de sistemas estimando el crecimiento forestal del Municipio de Viacha, la presente investigación tendrá una eficacia del 95%.

**H0:** El Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine no recopila datos, no genera histogramas, ni capta imágenes satelitales no brinda información respecto a los índices de vegetación, no favorece el monitoreo de una ciudad completa, aplicando los conocimientos adquiridos en ingeniería de sistemas no se estima el crecimiento forestal del Municipio de Viacha.

### 1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

#### 1.5.1.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Modelo de Análisis

#### 1.5.1.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Forestal

**Tabla 1** Operacionalización de Variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Modelo de análisis	Variable Independiente	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Algoritmos</li><li>➤ Procedimientos</li><li>➤ Histogramas</li><li>➤ Bandas de información (Sentinel)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Métodos</li><li>➤ Funciones</li><li>➤ Conjunto de datos</li><li>➤ Gráficos</li></ul>

Forestal	Variable	➤ Imágenes	➤ Procesar
	Dependiente	satelitales	imágenes
		➤ Lapso	de ➤ Índices de
		tiempo	vegetación
		➤ Gráficos	de ➤ Variaciones
		cobertura	en el tiempo
		forestal	➤ Obtención de
			datos

*Nota:* Tabla de variables dependiente e independiente

## 1.5.2. Conceptualización de Variables

### 1.5.2.1. Modelo

Un modelo es una representación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma. El propósito de los modelos es ayudarnos a explicar, entender o mejorar un sistema. Un modelo de un objeto puede ser una réplica exacta de éste o una abstracción de las propiedades dominantes del objeto. (Martínez, L. 2012).

### 1.5.2.2. Análisis

El análisis de datos convierte datos sin procesar en información práctica. Incluye una serie de herramientas, tecnologías y procesos para encontrar tendencias y resolver problemas mediante datos. Los análisis de datos pueden dar forma a procesos empresariales, mejorar la toma de decisiones e impulsar el crecimiento

### 1.5.2.3. Forestal

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales, que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana, como serían las áreas de cultivos. (Rincón Romero et al., 2012, p. 2)

Los ecosistemas forestales son un bien público esencial para el desarrollo sostenible; proveen servicios ambientales vitales para los seres humanos, como agua, control de la erosión, alimentos, productos medicinales y captura de carbono, así como bienes maderables y no maderables que son estratégicos para el desarrollo social y económico en armonía con el medio ambiente. (Educación ambiental, 2021).

#### **1.5.2.4. Forestación**

La forestación se refiere a la plantación y cultivo de vegetación forestal en terrenos no forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial (Ley Forestal 1997)

#### **1.5.2.5. Reforestación**

La reforestación es el establecimiento inducido o artificial de vegetación forestal en terrenos forestales.

Sin embargo, a las plantaciones con propósitos de restauración y conservación indistintamente de su ubicación en terrenos forestales o no forestales, se les considera con el nombre genérico de reforestación y se incluyen también a las plantaciones urbanas (Atlas Forestal de México, 1999).

La reforestación es un proceso que se realiza a lo largo del año e involucra los siguientes pasos:

1. Planeación
2. Preparación del sitio
3. Plantación
4. Seguimiento y Mantenimiento

#### **1.5.2.6. Deforestación**

Según Wunder (2001), el concepto de deforestación está relacionado con varios términos no totalmente delimitados (pérdida de bosque, fragmentación, conversión o degradación). Por este motivo, el autor categoriza los diferentes enfoques predominantes sobre las definiciones de deforestación en visiones “amplia” y “estrecha”.

Por un lado, la visión “amplia” incluye no sólo la conversión del bosque a otros usos, sino también diferentes tipos de degradación que reducen la calidad del bosque en términos de densidad y estructura, servicios ecológicos, biomasa y diversidad de especies, entre otros. Bajo este enfoque, la tala selectiva se convierte en uno de los principales factores de deforestación

#### **1.5.2.7. Google Earth Engine**

Es una plataforma para el análisis científico a escala peta byte (PB) y la visualización de conjuntos de datos geoespaciales, tanto para el beneficio público como para los usuarios comerciales y de la Administración. La principal diferencia con la aplicación *Google Earth* es la capacidad de análisis de los datos. *Earth Engine* almacena imágenes satelitales, las organiza y las pone a disposición por primera vez para la extracción de datos a escala global. El archivo público de datos incluye imágenes históricas de la tierra que se remontan a más de cuarenta años, y se recopilan nuevas imágenes todos los días. *Earth Engine* también proporciona APIs en JavaScript y Python, así como otras herramientas, para permitir el análisis de grandes conjuntos de datos. (Ramos, 2018).

#### **1.5.2.8. Índices de Vegetación**

Los índices de vegetación son medidas cuantitativas, basadas en los valores digitales, que tienden a medir la biomasa o vigor vegetal. Usualmente el índice de vegetación es una combinación de las bandas espectrales, siendo el producto de varios valores espectrales que son sumados, divididos, o multiplicados en una forma diseñada para producir un simple valor que indique la cantidad o vigor de vegetación dentro de un píxel. Permittiéndonos estimar y evaluar el estado de salud de la vegetación, en base a la medición de la radiación que las plantas emiten o reflejan.

Altos valores de índices de vegetación identifican píxeles cubiertos por proporciones substanciales de vegetación saludable. Existe una variedad de índices de vegetación que han sido desarrollados para ayudar en el monitoreo de la vegetación. La mayoría de estos índices están basados en las interacciones diferentes entre la vegetación y la energía electromagnética de las bandas del espectro rojo e infrarrojo (García, 2015).

## **1.6. JUSTIFICACIÓN**

### **1.6.1. Técnica**

Con el Modelo de análisis forestal se permite a los usuarios visualizar y analizar imágenes de satélite, podemos llevar a cabo estudios de teledetección, monitoreo, cambios climáticos, forestales se puede contar con imágenes satelitales desde años atrás para llevar a cabo investigaciones, la cual sería importante para el Gobierno Autónomo Municipal de Viacha ya que daría a conocer los índices de vegetación que ocurre año tras año.

### **1.6.2. Económica**

El presente Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha tiene un beneficio económico mayor por el acceso al uso de la plataforma. El costo de uso es nulo por el hecho de que la plataforma es absolutamente gratuita, permite acceder a toda la población a los datos actualizados brindados por la plataforma ya mencionada.

### **1.6.3. Social**

Se facilitaría visualizar datos de imágenes del municipio a toda la población, que brinde información sobre los índices de cobertura forestal continua, de forma más rápida y eficiente que ayudaría al análisis y planificación ambiental.

### **1.6.4. Científica**

Para lograr los objetivos planteados, se acudirá al empleo de la plataforma Google Earth Engine, Sistemas de Información Geográfica, técnicas de investigación, las cuales brindaran los datos geográficos y ambientales, visualización en un ámbito global completo y detallado. Este modelo tendrá una contribución científica porque ayudará a diagnosticar la situación actual del municipio, realizar un seguimiento desde hace varios años atrás, estadísticas y pronóstico respecto a la cobertura forestal.

## **1.7. METODOLOGÍA**

### **1.7.1. Método Científico**

“El método científico, se refiere a la serie de etapas a recorrer para obtener un conocimiento valido desde el punto de vista científico, utilizando para esto instrumentos que resulten fiables” (Sampieri, 2010).

#### **1.7.1.1. Fases**

- Concebir la idea a investigar.
- Planteamiento del problema de investigación.
- Elaboración del marco teórico.
- Definición del alcance de la investigación a realizar.
- Formulación de la hipótesis diseños de investigación.
- Selección de muestra.
- Recolección de los datos.
- Análisis de datos.
- Elaboración del reporte de investigación.

#### **1.7.1.2. Técnicas**

Las técnicas que usaremos para la recolección de datos serán:

- La georreferenciación, mediante el cual se van a capturar coordenadas geográficas de lugares estratégicos del Municipio de Viacha.
- Investigación mediante software de apoyo como ser QGIS, Google Earth Pro, entre otros.
- Recolección de datos con los cuales recabar información del municipio de fuentes internas y/o externas.

### **1.7.2. Método De Ingeniería**

#### **1.7.2.1. Metodología UWE**

UML-based Web Engineering (UWE) es una metodología basada en el lenguaje UML (Unified Modeling Language) utilizada para modelar aplicaciones web, permitiendo

representar todas las etapas del proceso de desarrollo de software. UWE utiliza notación UML así como sus diagramas para hacer el análisis y el diseño de aplicaciones web. (Camelier, 2013).

#### **1.7.2.2. Técnicas**

Para desarrollar la metodología UWE utilizaremos las siguientes técnicas:

- Puntos de control.
- Diagramas para realizar el análisis.
- Restricciones en el desarrollo.
- Notaciones estándar.
- Modelos de caso de uso.

#### **1.7.2.3. Fases**

**1) Captura, análisis y especificación de requisitos:** En simple palabras y básicamente, durante esta fase, se adquieren, reúnen y especifican las características funcionales y no funcionales que deberá cumplir la aplicación web.

**2) Diseño del sistema:** Se basa en la especificación de requisitos producido por el análisis de los requerimientos (fase de análisis).

**3) Codificación del software:** Durante esta etapa se realizan las tareas que comúnmente se conocen como programación.

**4) Pruebas:** Las pruebas se utilizan para asegurar el correcto funcionamiento de secciones de código.

**5) La Instalación o Fase de Implementación:** Proceso por el cual los programas desarrollados son transferidos apropiadamente al computador destino.

**6) El Mantenimiento:** es el proceso de control, mejora y optimización del software ya desarrollado e instalado, que también incluye depuración de errores y defectos que puedan haberse filtrado de la fase de pruebas descontrol.

### **1.7.3. Metodología de Teledetección para el análisis de las imágenes de satélite**

En los últimos años la teledetección se ha convertido en una herramienta fundamental para la de adquisición de datos de la superficie terrestre. Sin embargo, la teledetección tiene algunas limitaciones en cuanto a resolución espacial, espectral y temporal de las imágenes disponibles. Los satélites ofrecen imágenes multitemporales que poseen una enorme cantidad de datos que brindan información respecto a la cobertura terrestre y las características que posee. Los satélites Sentinel-2 de la Agencia Espacial Europea forman parte de estas tecnologías ya que cuenta con seis satélites que recogen imágenes completas de la superficie de la tierra, cuerpos de agua y otros objetos geográficos. La metodología consta de tres fases:

- Fase de descarga de imágenes.
- Fase de preprocesamiento.
- Modelo retrieval.

## **1.8. MÉTRICAS DE CALIDAD AL SOFTWARE**

### **1.8.1. Modelo de Calidad del Software ISO ISO/IEC 25000**

Los aspectos más importantes en el desarrollo de software son la calidad del producto y del proceso. ISO/IEC 25010, proporciona una guía para el uso de las nuevas series de estándares internacionales, llamados Requisitos y Evaluación de Calidad de Productos de Software (SQuaRE). Constituyen una serie de normas basadas en la ISO/IEC 9126 y en la ISO/IEC 14598, y su objetivo principal es guiar el desarrollo de los productos de software con la especificación y evaluación de requisitos de calidad.

La familia ISO/IEC 2501n está orientada al producto software, permitiendo definir el modelo de calidad y el proceso a seguir para evaluar dicho producto, se encuentra compuesta por cinco divisiones. (Portal ISO/25000, 2019)

- ISO/IEC 25010 - System and software quality models: describe el modelo de calidad para el producto software y para la calidad en uso. Esta Norma presenta las características y subcaracterísticas de calidad frente a las cuales evaluar el producto software.



- ISO/IEC 25012 - Data Quality model: define un modelo general para la calidad de los datos, aplicable a aquellos datos que se encuentran almacenados de manera estructurada y forman parte de un Sistema de Información.

## **1.9. ESTIMACIÓN DE COSTOS**

### **1.9.1. Método COSMIC**

COSMIC es un método de análisis de puntos de función de segunda generación, en el cual se determina el tamaño funcional del software a partir del número de interacciones entre los procesos funcionales. Tiene la ventaja de no establecer límites arbitrarios al tamaño funcional, así puede medir componentes de software muy grandes o pequeños. Adicionalmente, está basado en el desglose funcional de los componentes de software, alineado con las prácticas de Ingeniería de software.

#### **1.9.1.1. Fases**

- **Fase 1: Estrategia de medición.** Determina que es lo que se va a medir.
- **Fase 2: Mapeo.** Se realiza para crear un modelo COSMIC de los requerimientos funcionales de usuario.
- **Fase 3: Medición.** La unidad de medida del método COSMIC es el “punto de función COSMIC” (CFP). La medición de la nueva pieza de software se realiza identificando todos los movimientos de datos, es decir todas las entradas, salidas, lecturas y escrituras de cada proceso funcional. Luego sumándolas todas.

#### **1.9.1.2. Etapas**

1. Establecer la frontera entre el sistema y los actores con los que interactúa.
2. Identificar los procesos funcionales que los actores reciben del sistema.
3. Para cada proceso funcional, identificar los movimientos de datos que genera cada usuario.

## **1.10. HERRAMIENTAS**

### **1.10.1. Hardware**

1. **RAM 16 Gb.** La memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory, RAM) ayuda a que el ordenador gestione los datos de las aplicaciones en funcionamiento,

la cantidad que tengas afecta directamente al rendimiento de tu dispositivo. Cuanta más RAM se tenga más aplicaciones se podrán dirigir a la vez, en caso de que no se tenga suficiente memoria el ordenador puede ir lento.

2. **Procesador Amd A10-9600p Radeon R5.** (Central Processing Unit) es básicamente el cerebro del equipo, la unidad de procesamiento que está encargada de interpretar las instrucciones de un hardware haciendo uso de distintas operaciones aritméticas y matemáticas. Los dos procesadores más conocidos y más utilizados son Intel y AMD.

### 1.10.2. Software

**SERVIDOR VPS.** Un servidor privado virtual (VPS) es una máquina que aloja todo el software y los datos necesarios para ejecutar una aplicación o un sitio web. Se llama virtual porque solo consume una parte de los recursos físicos subyacentes del servidor, administrados por un proveedor externo

### LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

- **JavaScript.** Es un lenguaje de programación de secuencias de comandos que te permiten crear contenido interactivo para tu sitio web, creado por Brendan Eich con el nombre de LiveScript.

### SOFTWARE DE APOYO

- **Qgis.** Es un sistema de información Geográfica (SIG) de código abierto para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows. Que permite manejar datos de formato raster y vectoriales así como también bases de datos.
- **Google Earth Engine.** Es una plataforma en la nube que permite realizar análisis científico y visualización de datos geoespaciales a escala petabyte (PB).
- **Geoserver.** Es un servidor de mapas open source, escrito en Java, de código abierto que permite el intercambio de datos geoespaciales mediante estándares OGC.
- **Visual Studio Code (VS Code)** es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft.

- **Filezilla.** Es una aplicación para la transferencia de archivos por FTP. Es gratuita y de código abierto, según los términos de la Licencia pública general de GNU.

## **1.11. LÍMITES Y ALCANCES**

### **1.11.1. Límites**

No se podrán realizar modificaciones de las imágenes satelitales captadas mediante Google Earth Engine de cada año.

Para la manipulación de la información del crecimiento del municipio solo tendrán acceso el personal autorizado de la municipalidad, alcaldía, para los cuales estará disponible.

### **1.11.2. Alcances**

- Módulo de información en el cual se mostrará la historia, información, datos relevantes como ser límites municipales, flora y fauna del municipio.
- Modulo Imágenes Satelitales, se visualiza mediante un calendario imágenes satelitales captadas mediante Google Earth Engine desde hace años atrás hasta la actualidad
- Módulo de análisis forestal se presenta mediante un histograma la evolución de la cobertura forestal en distintas coordenadas geográficas.
- Módulo de TimeLapse, mediante un video generado se muestra la reconstrucción dinámica del cambio de cobertura desde hace años atrás hasta la actualidad.

## **1.12. APORTES**

El modelo de análisis forestal es un modelo que no solamente brindará información, datos, imágenes satelitales necesarias para realizar análisis de forma continua, sino que también permitirá estudiar el comportamiento de la vegetación en el Municipio de Viacha desde hace años atrás hasta la actualidad. Beneficiará directamente a la población en general y autoridades del Municipio dado que se desarrollará en la plataforma Google Earth Engine que está orientado a la investigación científica.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de investigación se la realiza con el objetivo de diseñar un Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, que brinde datos e información respecto al entorno ambiental.

En este capítulo se inicia con la recopilación de toda la información posible respecto a los conceptos geográficos y de computación utilizados en este tipo de investigación. Según Kilbourne (2006), "El ambiente es considerado como una condición necesaria para el bienestar de los individuos y las sociedades, pero su estudio rara vez se extiende más allá de esta evidente proposición". Se describirá los conceptos y fases referentes a la metodología, métricas de calidad, estimación de costos, seguridad y pruebas al software que se usará como línea referencial en el proceso de desarrollo del modelo. Con el avance de la tecnología surgieron nuevas herramientas SIG en este caso Google Earth Engine que serán clave en el desarrollo del Modelo de análisis forestal ya que contienen la información necesaria para lograr nuestro objetivo.

La información de este capítulo ayudara al desarrollo del modelo brindando las metodologías y herramientas correspondientes para el proceso de elaboración.

### **2.2. INFORMACIÓN**

Es un conjunto de datos con un significado, o sea, que reduce la incertidumbre o que aumenta el conocimiento de algo. En verdad, la información es un mensaje con significado en un determinado contexto, disponible para uso inmediato y que proporciona orientación a las acciones por el hecho de reducir el margen de incertidumbre con respecto a nuestras decisiones. (Chiavenato, 2006).

La información "consiste en datos seleccionados y ordenados con un propósito específico". (Czinkota y Kotabe, 2001).

### **2.3. MODELO**

El modelo es la representación de un objeto real que el humano concibe en el plano abstracto para caracterizarlo y poder sobre esa base, dar solución a un problema planteado, es decir, satisfacer una necesidad. (Trinchet et al. 2014). Por su parte Martínez, L. (2012) define que un modelo es una representación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma. El propósito de los modelos es ayudarnos a explicar, entender o mejorar un sistema. Un modelo de un objeto puede ser una réplica exacta de éste o una abstracción de las propiedades dominantes del objeto.

### **2.4. ANÁLISIS**

Diccionario de la Real Academia Española (edición de 1992) define el término «análisis» primeramente como «distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos», posteriormente, y en su segunda acepción encontramos que es el «examen que se hace de una obra, de un escrito o de cualquier realidad susceptible de estudio intelectual».

El análisis de la información, es un proceso cíclico de selección, categorización, comparación, validación e interpretación inserto en todas las fases de investigación que nos permite mejorar la comprensión de un fenómeno de singular interés (Sandin, Documento complementario, 2003).

### **2.5. ANÁLISIS DE DATOS**

El análisis de datos es la ciencia que se encarga de examinar un conjunto de datos con el propósito de sacar conclusiones sobre la información para poder tomar decisiones, o simplemente ampliar los conocimientos sobre diversos temas (QuestionPro, 2021).

El análisis de datos consiste en la realización de las operaciones a las que el investigador someterá los datos con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio. Todas estas operaciones no pueden definirse de antemano de manera rígida. La recolección de datos y ciertos análisis preliminares pueden revelar problemas y dificultades que des actualizarán la planificación inicial del análisis de los datos. Sin embargo es importante planificar los principales aspectos del plan de análisis en

función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas ya que estas definiciones condicionarán a su vez la fase de recolección de datos. (Sites.Google, s.f.).

### 2.5.1. Tipos de análisis de datos

- **Cualitativo.** los datos son presentados de manera verbal o gráfica, responden a preguntas como “por qué”, “que” o “como”.
- **Cuantitativo.** los datos son presentados de forma numérica, en términos de escalas de medición y se extienden para una mayor manipulación estadística.

## 2.6. RECURSOS FORESTALES

Los recursos forestales son aquellos elementos que provienen de los bosques y pueden ser utilizados para satisfacer alguna necesidad humana (Westreicher, G. 2020). Por su parte Marconetto, M. (2008) define a los recursos forestales a todas aquellas materias naturales de origen vegetal que la sociedad obtiene de las formaciones forestales para satisfacer sus necesidades de alimento, materia prima y energía.

### 2.6.1. Tipos de recursos forestales

Los recursos forestales se dividen en dos tipos: maderables y no maderables (Bordino, 2021).

- **Recursos forestales maderables.** Es el producto que se obtiene de los árboles.
- **Recursos forestales no maderables.** Son elementos distintos a la madera y que puede satisfacer alguna necesidad humana.
  - **Medicinales:** existen muchas especies vegetales que llegan a tener propiedades curativas, ya sea para distintas enfermedades y dolores como ser, dolores de cabeza, úlceras, heridas.
  - **Alimenticias:** pueden ofrecernos frutos, raíces, tubérculos, hongos, que también son alimentos para los animales.

- **Industriales:** los extractos de las especies vegetales pueden ser utilizadas para procesos industriales.
- **Obtención de fibras:** a partir de los tallos, troncos y raíces de plantas, se puede obtener fibras.

## 2.7. FORESTACIÓN

La forestación es la plantación de árboles en la búsqueda de equilibrar el acelerado proceso de deforestación que se vive en los diferentes países, por la necesidad de lograr un desarrollo sostenible, desde la economía en el incremento de las fronteras agrícolas y el pastoreo, como actividad económica, para mejorar la calidad de vida de las comunidades, (Pabón, s.f.)

La forestación se define aquí como el establecimiento de cobertura forestal en forma de plantaciones o mediante la regeneración natural en zonas que en el pasado tuvieron, o no, bosques. Los argumentos más comunes que han respaldado la forestación son para producir madera, detener y revertir la degradación del suelo, proteger la biodiversidad, y mejorar los servicios hidrológicos. Se incluye con frecuencia en portafolios de soluciones basadas en la naturaleza o iniciativas de infraestructura verde que recientemente están adquiriendo importancia en la gestión de cuencas y en la adaptación al cambio climático en Latinoamérica (Bonnesoeur, et al. 2019).

### 2.7.1. Tipos de Forestación

- **Plantación forestal comercial:** “Una plantación forestal comercial es el establecimiento y manejo de especies forestales en terrenos de uso agropecuario o terrenos que han perdido su vegetación forestal natural”. (Comisión Nacional Forestal, 2017, párr.1).
- **Agrosilvicultura y sistemas agrosilvopastoriles:**
  - I. La agrosilvicultura se combina los cultivos agrícolas y la ganadería, donde hubo o no previamente un bosque, con cultivos de granos leguminosos o maíz.
  - II. Agrosilvopastoriles. Bajo el nombre de sistemas agrosilvopastoriles (SASP) se agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o



asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno (Nair, 1985).

- **Bosque artificial con fines ambientales y recreativos.** Son creadas y plantadas por el hombre mediante procedimientos de plantación adaptadas a las condiciones del lugar.
- **Rehabilitación de bosques.** se busca volver un ambiente dañado, degradado a su condición natural con el fin de recuperar, mantener o mejorar el ambiente.
- **Restauración de bosques.** Es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para recuperar la salud, estructura y función de los ecosistemas (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

## **2.8. REFORESTACIÓN**

Según Hernández (2010), la reforestación es definida como: “un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles” (p. 11).

Mendoza (2017), en su trabajo de investigación plantea que: la reforestación hace relación a la siembra de árboles en terrenos con aptitud forestal que en el pasado albergaron bosques los cuales desaparecieron por diversos motivos y es altamente beneficiosa por los bienes que se producen y los servicios ambientales que presta (p. 16).

### **2.8.1. Beneficios de la Reforestación**

- Mejora la calidad del aire.
- Forman suelos fértiles.
- Previene la erosión del suelo.
- Protege las especies y mejora su hábitat.
- Mitiga el cambio climático.

## 2.8.2. Fases de la Reforestación

La reforestación es un proceso que se realiza a lo largo del año e involucra los siguientes pasos:

### 1. Planeación.

- ✓ Se debe determinar el objetivo de la reforestación ¿Por qué reforestar?
- ✓ Se elige el sitio a reforestar.
- ✓ Se identifica el tipo de suelo que generalmente son seis tipos: arenoso, arcilloso, limoso, margoso, gredoso y pantanoso.
- ✓ Se debe seleccionar las especies a utilizar.
- ✓ Se identifica la época del año en la cual se realizará la plantación.

### 2. Preparación del sitio

- ✓ Marcar y trazar la zona a plantar entre cepa y cepa.
- ✓ Cavar los agujeros donde se desea plantar.
- ✓ Transportación de la planta a sitio a reforestar.

### 3. Plantación

- ✓ Se afloja la tierra para el desarrollo de las raíces.
- ✓ Se separa la tierra fértil de la superficie y la tierra más profunda.
- ✓ Colocar una capa de tierra fértil en el fondo de la cepa.
- ✓ Sacar el árbol del contenedor.
- ✓ Se pone la planta en el centro de la cepa y cúbreala con tierra primeramente la tierra fértil y posteriormente la demás tierra.
- ✓ Cubre completamente el cepellón del árbol con tierra.
- ✓ Se verifica que el árbol este a la misma altura del tallo.
- ✓ Se aprieta fuertemente la tierra.

### 4. Seguimiento y Mantenimiento

Una vez terminando de plantar se requiere de cuidados, seguimiento y mantenimiento constante de la plantación.

- ✓ Desyerbar: consiste en quitar hierbas que son competencia ya que puede quitarle nutrientes, agua y luz lo cual afectaría en el crecimiento de la planta.

- ✓ Riego: se recomienda un riego por goteos ya que regando por la noche puede llegar a producir hongos y el exceso de riego puede provocar que la planta llegue a podrirse.
- ✓ Plagas y enfermedades: son principales causas de la disminución de bosques.

## **2.9. DEFORESTACIÓN**

Según Wunder (2001), “El concepto de deforestación está relacionado con varios términos no totalmente delimitados (pérdida de bosque, fragmentación, conversión o degradación). Por este motivo, el autor categoriza los diferentes enfoques predominantes sobre las definiciones de deforestación en visiones amplia y estrecha” (p.9).

La transformación del bosque en otro uso de la tierra o reducción, a largo plazo, de la cubierta de copa por debajo del umbral mínimo del 10 por ciento. Es un cambio permanente en la cobertura y uso de la tierra producto de la actividad humana (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2006).

Actualmente, las principales causas directas de la deforestación en Bolivia pueden agruparse en tres tipos generalizados de uso del suelo: la agricultura mecanizada (referida a la producción intensiva de cultivos industriales anuales, principalmente soya (o soja), caña de azúcar y arroz), la agricultura a pequeña escala (que incluye diferentes formas de producción manual, principalmente se cultivan arroz, maíz y cultivos perennes como el plátano) y la ganadería en pastos cultivados (la cual lleva al reemplazo de los bosques por pastizales, mayormente para la producción de carne para el mercado nacional). Estas categorías han sido usadas en Müller et al. (2012).

Se estima que en Bolivia la deforestación está provocando la pérdida de cientos de miles de hectáreas de bosque por año. Las causas de esta deforestación son muy complejas y varían entre las distintas regiones del país. Sin embargo, se sabe que la ampliación de la frontera agrícola constituye la principal causa de deforestación (Pacheco, 2004).

### **2.9.1. Causas de la Deforestación**

- ✓ Convertir el uso de suelo en campos de cultivo.
- ✓ Tala y quema de árboles con fines comerciales.
- ✓ Incendios forestales.
- ✓ Crecimiento urbano.

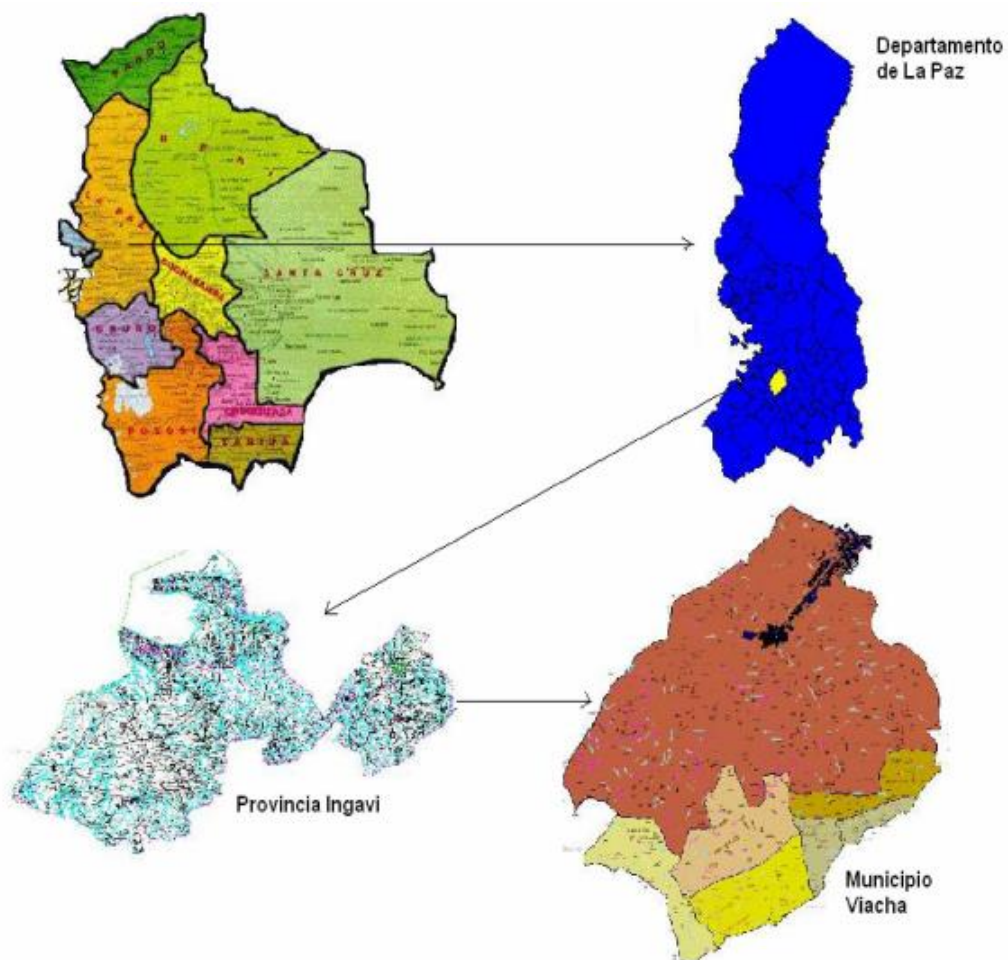
### **2.10. MUNICIPIO DE VIACHA.**

El municipio de Viacha, fue creado el 18 de noviembre de 1841. Tiene una extensión de 5410 km<sup>2</sup>. Su topografía tiene un relieve ondulado, con presencia de serranías. Los principales ríos son el Desaguadero, el Chama, el Jachajahuira y el Pallina. El clima es frío, tiene temperatura promedio de 8°C. Limita al norte con el municipio de Laja y El Alto; al este con los municipios de El Alto, Achocalla, Calamarca, Collana; al oeste con los municipios de Comanche, Santiago de Machaca, Laja; al sur con los municipios de Collana y Comanche. Su principal actividad es la ganadería, entre las que más se destacan son el vacuno, ovino, porcino y camélidos, además se encuentra la Fábrica de Cemento SOBOCE. Además se encuentra la estación de ferrobús, el cual es un bus adaptado a las vías del ferrocarril, de donde parte hacia otros municipios (Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, s.f.).

El Municipio de Viacha es la capital de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz. Posee una superficie de 1.086 km<sup>2</sup> y una altura de 3.857 msnm. Registra una población de 80.724 habitantes distribuidas y divididas en cinco distritos: cuatro distritos urbanos (1, 2, 6 y 7) y un municipio rural (3). Este municipio limita con tres municipios de la RMLP (Mecapaca, Achocalla y Laja) y se encuentra a 25 km<sup>2</sup> de la ciudad de La Paz y a 18 km<sup>2</sup> de la ciudad de El Alto.

El Municipio de Viacha presenta dos pisos ecológicos, una zona de relieve montañosa (38%) y una de altiplano y llano (62%). La zona de relieve montañosa presenta serranías y montañas que poseen altitudes de hasta 4.100m, conteniendo algunos ríos que ocasionan una erosión hídrica en época de lluvias. Región presenta llanuras secas y húmedas La zona de las llanuras se encuentra a una altitud que llega hasta 3.930m, esta región presenta llanuras secas y húmedas (Terán et al., 2020).

**Figura 1** Mapa De La República De Bolivia, Departamento De La Paz, Provincia Ingavi Y Municipio De Viacha



Nota: Tomado de Gobierno Municipal De Viacha 2007.

**Tabla 2** Límites territoriales del municipio de Viacha.

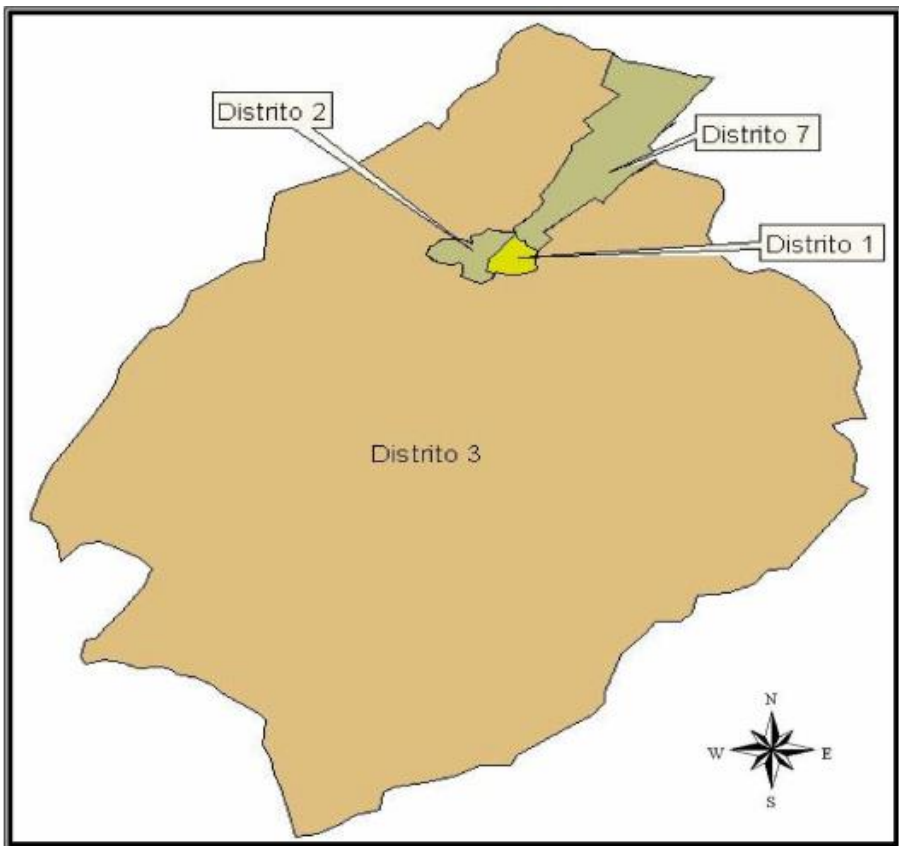
<b>Puntos cardinales</b>	<b>Secciones limítrofes</b>	<b>municipales</b>	<b>Provincias</b>
<b>Al Este</b>	5ta. Sección municipal (El Alto)		Provincia Murillo
	5ta. Sección municipal (Achocalla)		Provincia Murillo
	5ta. Sección municipal (Calamarca)		Provincia Aroma
	5ta. Sección municipal (Collana)		Provincia Aroma
<b>Al Oeste</b>	5ta. Sección municipal (Comanche)		Provincia Pacajes

	5ta. Sección municipal (S. de Machaca)	Provincia Ingavi
	5ta. Sección municipal (Laja)	Provincia Los Andes
<b>Al Norte</b>	5ta. Sección municipal (Laja)	Provincia Los Andes
	5ta. Sección municipal (El Alto)	Provincia Murillo
<b>Al Sur</b>	5ta. Sección municipal (Collana)	Provincia Aroma
	5ta. Sección municipal (Comanche)	Provincia Pacajes

Nota: Municipios vecinos de Viacha. Tomado de Gobierno Municipal Viacha 2007.

Actualmente el municipio de Viacha, cuenta con 4 distritos (1, 2, 3 y 7) que mantienen el orden distrital establecido en el año 1998, cada uno de ellos cuenta con un Sub Alcalde.

**Figura 2:** Distritos municipales del Municipio de Viacha.



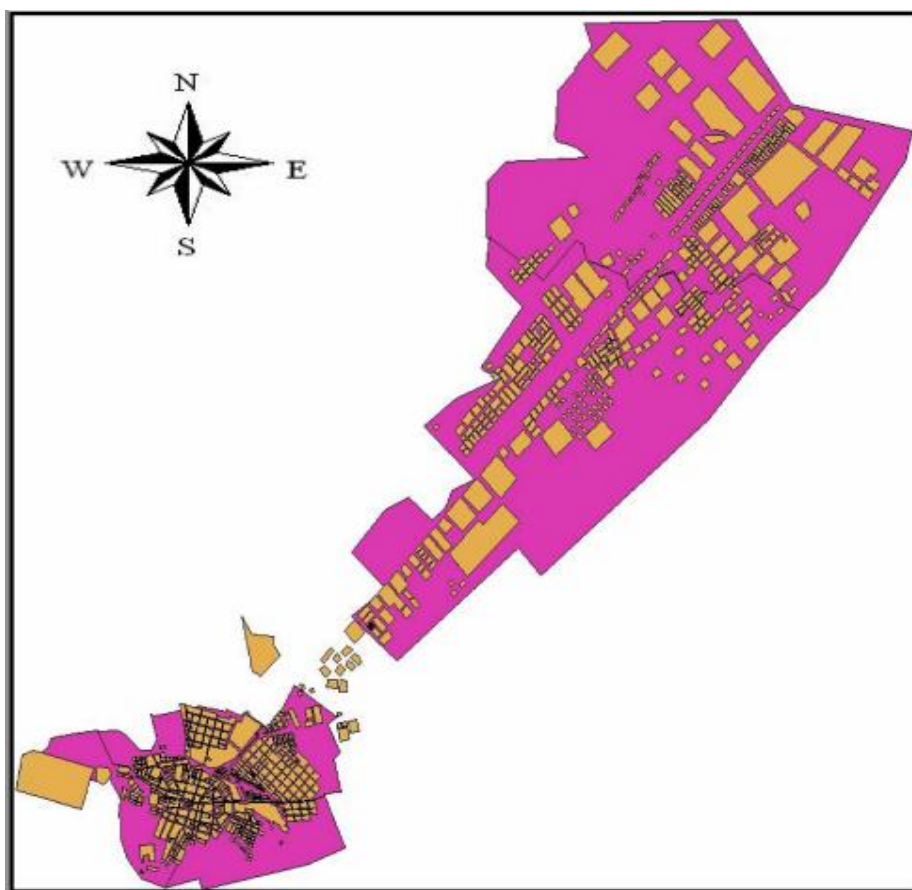
Nota: Tomado de Gobierno Municipal Viacha 2007.

**Tabla 3** Distritos municipales de Viacha, antes y después de su división.

<b>Distritos</b>	<b>1998</b>	<b>2005</b>
Distritos 1 Zona Este	Si	Si
Distritos 2 Zona Oeste	Si	Si
Distrito 3 Marka Viacha	Si	Si
Distrito 4 Jesus de Machaca	Si	No
Distrito 5 San Andres de Machaca	Si	No
Distrito 6 Parcial Arriba	Si	No
Distrito 7 Zona Norte	Si	Si

**Nota:** Municipios vecinos de Viacha. Tomado de Gobierno Municipal Viacha 2007.

**Figura 3:** Superficie De Área Residencial Ocupada.



**Nota:** Municipio de Viacha con viviendas habitadas en el año 2007. Tomado de Gobierno Municipal Viacha 2007.

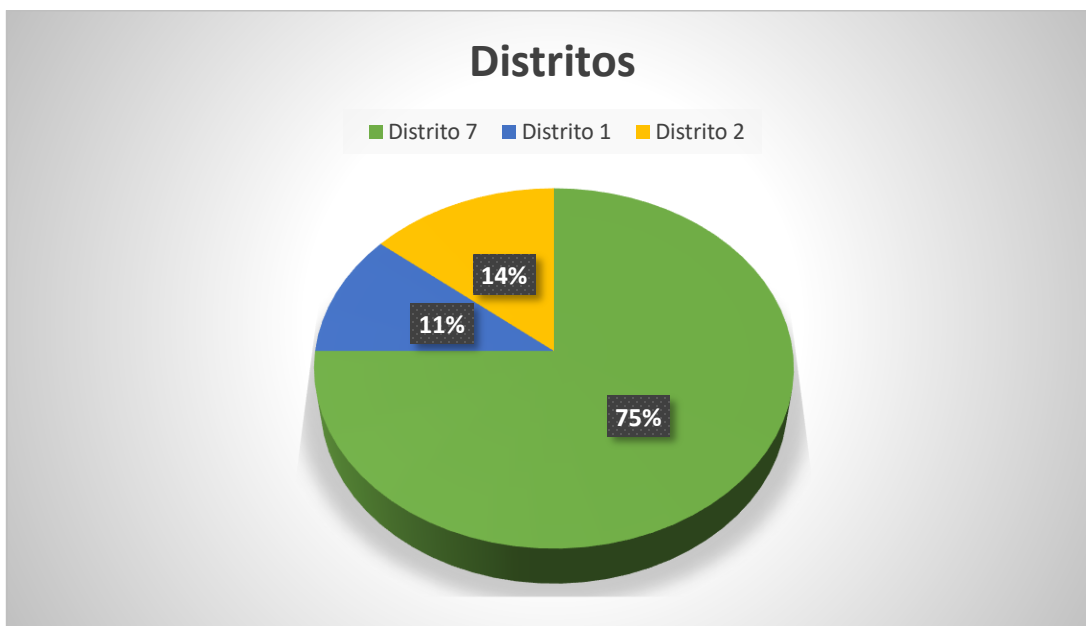
El área urbana del municipio de Viacha cuenta con una superficie aproximada de 50.01 km<sup>2</sup> definidos para los distritos 1, 2 y 7 el mismo que es distribuido de la siguiente manera:

**Tabla 4** *Distritos y cantidad de superficie en Km<sup>2</sup>, que ocupan.*

<b>DISTRITOS</b>	<b>SUPERFICIES EN KM<sup>2</sup></b>	<b>SUPERFICIE OCUPADOS POR EQUIPAMIENTOS KM<sup>2</sup></b>	<b>ASUPERFICIE NETA DE OCUPACIÓN RESIDENCIAL KM<sup>2</sup></b>
Distritos 1	5,34	2,14	3,20
Distritos 2	6,93	2,77	4,16
Distritos 7	37,74	15,10	22,64
<b>TOTAL</b>	<b>50,01</b>		
	100%		

Nota: El distrito 7 hasta ese entonces fue el distrito más habitado como sigue hasta la actualidad. Tomado de Gobierno Municipal Viacha 2007.

**Figura 4:** Gráfico de distritos



Nota: Tomado de Gobierno Municipal Viacha 2007.



### 2.10.1. Vegetación del municipio de Viacha

El Municipio de Viacha no cuenta con abundantes especies de flora ya que presenta dos pisos ecológicos:

- Zona relieve montañosa 38%.
- Zona de altiplano y llano 62%.

Las llanuras húmedas se caracterizan por suelos con bastante fertilidad donde se desarrolla la actividad ganadera lechera y en algunas comunidades la producción de forraje como cebada y avena. Las llanuras secas presentan abundante vegetación compuesta por pastizales y matorrales y es apta para la agricultura y ganadería.

Existen *algunas variedades de flora como ser:*

**Tabla 5** *Vegetación del Municipio de Viacha.*

<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Thola</b>	La thola es una planta arbustiva alto andina muy utilizada como planta medicinal, como combustible ecológico y forraje para animales de pastoreo por lo que representa un gran potencial económico.
<b>Waraco</b>	Es un cactus típico de los Andes, Ocurre en pastizales de altura requiere de mucha luz y algo de sol directo.
<b>Ichu</b>	Es un pasto del altiplano andino empleado para la construcción de casas, forraje de animales camélidos altiplánicos.
<b>Yareta</b>	Es un arbusto nativo de las regiones altiplánicas, se adapta a distintos cambios climatológicos. Se dice que permite depurar el organismo y aliviar problemas gastrointestinales, calmar dolores dentales y puede regular los índices de glicemia.
<b>Kiswara</b>	Es un árbol que puede llegar a medir 4 a 6 metros, pueden soportar temperaturas extremadamente bajas, sirve para

	aliviar problemas hepáticos, de próstata, diabetes, cistitis, reumatismo, artritis, curar resfríos y cicatrizar heridas.
<b>Pajonal</b>	Son pastizales naturales que se encuentran en valles y montañas, son vitales para conservación del agua.
<b>Chi'lligua</b>	Es una paja suave, con la cual se puede elaborar cestería. Es característica del altiplano y crecen con preferencia en lugares húmedos y cercanos a los ríos. Indicador de las lluvias y la producción.
<b>Suphu Thola</b>	Es un arbusto resinoso, lignificado, erecto, ramoso, se usa como leña y arbusto medicinal.
<b>Totora</b>	Es una planta acuática, sirve de forraje para los animales, para la fabricación de embarcaciones, casas y entre otros, su consumo es beneficioso para prevenir a prevenir el cáncer de colon y el estreñimiento.

## 2.11. GOOGLE EARTH ENGINE

Google Earth Engine (o simplemente Earth Engine), es una plataforma en la nube para realizar análisis científicos y visualización de datos geoespaciales. Google lo define como “*¡La plataforma de procesamiento geoespacial basado en la nube más avanzada del mundo!*” (Morales, s.f.).

Google Earth Engine es un catálogo de varios petabytes de imágenes de satélite y conjunto de datos geoespaciales, que permite al usuario ver, manipular, crear y editar datos espaciales rápido y fácil. Sin necesidad de grandes capacidades computacionales. Incorpora una amplia gama de herramientas de manipulación espacial que permite a científicos, investigadores y desarrolladores detectar cambios, mapas de tendencias y cuantificar diferencias sobre la superficie de la Tierra a una escala global y continental. Todo con la potencia de procesamiento en la Nube (del inglés, “cloud computing”) (Rodríguez, s.f.).

### 2.11.1. Plataforma.

Es un concepto con varios usos. Por lo general se trata de una base que se halla a una cierta altura o de aquello que brinda un soporte, ya sea físico o simbólico. Las plataformas en la nube evolucionan y se añaden nuevas capacidades. No sólo nuevas capacidades, sino también nuevas posibilidades y nuevas oportunidades de prestación de servicios. (Pérez y Gardey, 2013).

- **Nube pública**, donde el desarrollador o la empresa controlan la implementación del software utilizando las opciones de configuración proporcionadas. El proveedor de servicios administra las redes, los servidores, el almacenamiento y el sistema operativo que alojarán la aplicación que se está desarrollando.
- **Nube privada**, donde el desarrollador maneja la construcción de la aplicación detrás de un firewall. El firewall crea un entorno privado para que las empresas implementen aplicaciones mientras siguen utilizando la infraestructura del proveedor de servicios.
- **Nube híbrida**, donde las empresas utilizan una combinación de hardware privado, público y local para gestionar la creación y la implementación de aplicaciones.
- **Nube comunitaria**, define este modelo como aquel que se organiza con la finalidad de servir a una función o propósito común las cuales son administradas por las organizaciones constituyentes o terceras partes.
- **Modelo Multinube**, Este tipo de nube es un enfoque en el que se combina más de un servicio de nube formada, por lo menos, de dos proveedores de nube pública o privada. Surge por una mayor expansión de las organizaciones, de manera que las empresas, al aumentar sus servicios, obtienen un mayor número de clientes que, a su vez, demandan nuevas aplicaciones que satisfacen sus necesidades.

### 2.11.2. Geoespacial

Los datos geoespaciales son datos relativos a lugares concretos de la superficie de la Tierra, incluida la información 3D. Un sistema de información geográfica (SIG) es un marco que proporciona la capacidad de capturar y analizar datos espaciales y geográficos. El análisis geoespacial incluye la recopilación, visualización,

manipulación y análisis de imágenes, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), las imágenes de satélite y los datos históricos.

Entre las aplicaciones del análisis geoespacial figuran: la modelización del cambio climático, la vigilancia meteorológica y el seguimiento de la distribución de la población humana y animal, y la planificación de sistemas de radiocomunicaciones. Las aplicaciones del SIG se utilizan para predecir, gestionar y conocer muchos fenómenos que afectan a la Tierra, sus sistemas y sus habitantes. (Unión Internacional de Telecomunicaciones [UIT], 2020).

Los datos geoespaciales son datos basados en el tiempo que están relacionados con una ubicación específica de la superficie de la Tierra. Pueden proporcionar información sobre las relaciones entre variables y revelar patrones y tendencias (Environmental Intelligence Suite [IBM], s.f.).

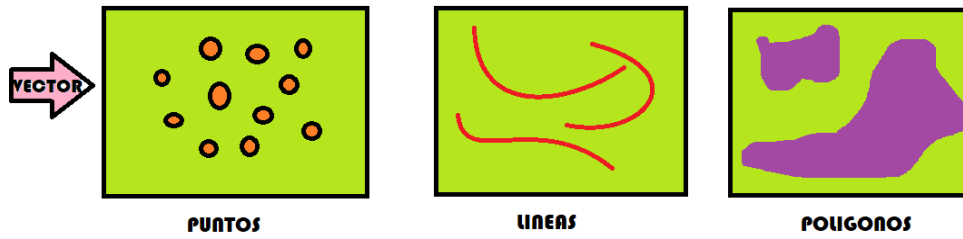
### **2.11.3. Datos geográficos.**

También son conocidos como información geográfica o datos geoespaciales, que se refieren a la información relacionada con objetos o elementos presentes en un espacio u horizonte geográfico. Existen dos tipos básicos de datos de ubicación: datos de vector y datos de ráster.

#### **2.11.3.1. Vector**

Esta forma utiliza puntos, líneas y polígonos para representar características tales como ciudades, caminos, montañas y cuerpos de agua que se asignan y almacenan en sistemas de información geográfica (SIG).

**Figura 5:** *Datos vectoriales*

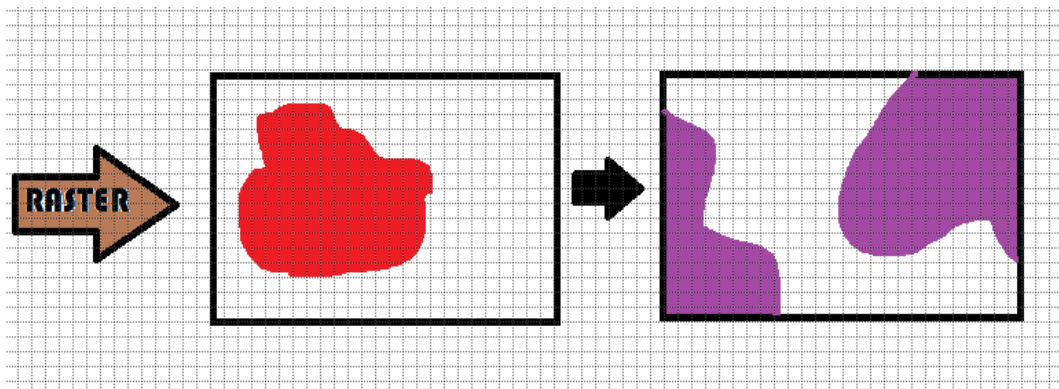


*Nota:* Se dividen en tres tipos puntos, líneas y polígonos.

### 2.11.3.2. Ráster.

Se caracterizan por la existencia de una red formada por celdas o cuadrículas, más comúnmente conocidas como píxel, en la que cada cuadrícula o píxel presenta una cualidad o propiedad espacial (color, altitud, etc).

**Figura 6:** *Datos Raster*



### 2.11.4. Imagen Satelital.

La imagen satelital es una fotografía tomada por un satélite artificial, que muestra la geografía de un territorio específico, ya sea una ciudad, un país o un cuerpo celeste, o también algún espectro determinado de ondas electromagnéticas, lo que se usa en la meteorología para determinar los fenómenos de tiempo significativos. (Universidad Continental, 2015).

Una imagen satelital representa una visualización captada desde el espacio por medio de un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recopilan información reflejada por la superficie de la tierra que luego se envía a un centro de control y que, cuando se procesa convenientemente, proporciona información valiosa sobre las características del área representada. (Definicionyque.es., 2018).

El uso de las imágenes satelitales se aplica en:

- El espionaje militar.
- El monitoreo del cambio climático y de incendios e inundaciones.
- El seguimiento de sequías y la determinación de uso del suelo.
- La cartografía del flujo mundial del petróleo y la vigilancia de derrames del producto.
- La detección de floraciones de algas en el océano.
- El seguimiento de huracanes y tifones, y de la temperatura de la superficie.
- Las evaluaciones multiespectrales de vegetación (AXESS Networks, s.f.).

#### **2.11.5. Colecciones de datos e imágenes de Google Earth Engine.**

Earth Engine es un excelente repositorio que contiene imágenes históricas terrestres desde hace más de 40 años. Con las cuales es posible acceder a archivos DEM, imágenes satélites, variables ambientales, usos del suelo y otros datos científicos, las imágenes son recopiladas y actualizadas diariamente esto ayuda a los usuarios a buscar y descubrir conjuntos de datos públicos de observación de la Tierra. Se puede encontrar imágenes con diferentes temáticas como ser:

- Datos climáticos.
- Modelos Digitales de Elevación.
- Imágenes satelitales.
- Datos demográficos.
- Variables morfológicas.
- Datos hidrológicos.
- Mapas de usos del suelo.

### 2.11.5.1. Lansadt

El USGS Servicio Geológico de Estados Unidos (United States Geological Survey) y Nasa Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (National Aeronautics and Space Administration) han estado observando la Tierra continuamente desde 1972 hasta la actualidad, las imágenes Lansadt toman imágenes de toda la superficie de la Tierra con una resolución de 30 metros una vez cada dos semanas, incluyen datos multiespectrales y térmicos. El USGS produce datos en 3 categorías para cada satélite:

- Nivel 1 (T1): datos que cumplen con los requisitos de calidad geométrica y radiométrica.
- Nivel 2 (T2): datos que no cumplen los requisitos del nivel 1.
- Tiempo real (RT): datos que aún no han sido evaluados (lleva hasta un mes).

**Tabla 6** *Repertorio Landsat*

Landsat 1:	Julio 1972-Enero 1978
Landsat 2:	Enero 1975-Febrero 1982
Landsat 3:	Marzo 1978-Marzo 1983
Landsat 4:	Julio 1982-Diciembre 1993
Landsat 5:	Enero 1984-Enero 2013
Landsat 7:	Enero 1999-Actualidad
Landsat 8:	Abril 2013-Actualidad

**Nota:** Imágenes captadas desde 1972 hasta la actualidad en diferentes versiones. Tomado de Matellanes, 22 de febrero del 2020.

Las misiones Landsat 7 y Landsat 8 son las actualmente vigentes para la descarga diaria de imágenes. La adquisición de sus imágenes, o resolución temporal, es de 16 días. Por tanto, dispondrás de una nueva imagen satélite actualizada para la misma zona de trabajo cada dos semanas aproximadamente

### 2.11.5.2. Centinela

El Programa Copernicus es una iniciativa ambiciosa encabezada por la Comisión Europea en colaboración con la Agencia Espacial Europea (ESA). Los Sentinels son una constelación de satélites desarrollados por la ESA para hacer operativo el

programa Copernicus, que incluyen imágenes de radar para todo clima de Sentinel-1A y 1B, imágenes ópticas de alta resolución de Sentinel-2A y 2B, datos oceánicos y terrestres adecuados para fines ambientales y monitoreo climático de Sentinel-3, así como datos de calidad del aire de Sentinel-5P. Las imágenes habituales de Sentinel son proporcionadas bajo dos niveles:

- Sentinel 2 Nivel 1C: imágenes corregidas atmosféricamente por debajo de la atmósfera (TOA). Son las que, por despiste o de forma convencional, descargas o se muestran en múltiples plataformas.
- Sentinel 2 Nivel 2A: imágenes corregidas atmosféricamente a nivel del suelo (BOA). Son las que te ayudarán a mejorar el aspecto visual y jugar con valores libres de la influencia de la atmósfera.

**Figura 7:** *Bandas Sentinel*

SENTINEL 2		
	Longitud de onda (µm)	Resolución (m)
Banda 1 - Aerosol	0,43 - 0,45	60
Banda 2 - Blue	0,45 - 0,52	10
Banda 3 - Green	0,54 - 0,57	10
Banda 4 - Red	0,65 - 0,68	10
Banda 5 - Red edge 1	0,69 - 0,71	20
Banda 6 - Red edge 2	0,73 - 0,74	20
Banda 7 - Red edge 3	0,77 - 0,79	20
Banda 8 - Near Infrared (NIR) 1	0,78 - 0,90	10
Banda 8A - Near Infrared (NIR) 2	0,85 - 0,87	20
Banda 9 - Water vapour	0,93 - 0,95	60
Banda 10 - Cirrus	1,36 - 1,39	60
Banda 11 - SWIR 1	1,56 - 1,65	20
Banda 12 - SWIR 2	2,10 - 2,28	20

**Nota:** Tomado de (Matellanes, 21 de diciembre del 2019).

### 2.11.5.3. Modis

Los satélites gemelos, MODIS Terra y Aqua, recopilan 36 bandas individuales para medir las condiciones de la superficie. Estos dos satélites han estado escaneando

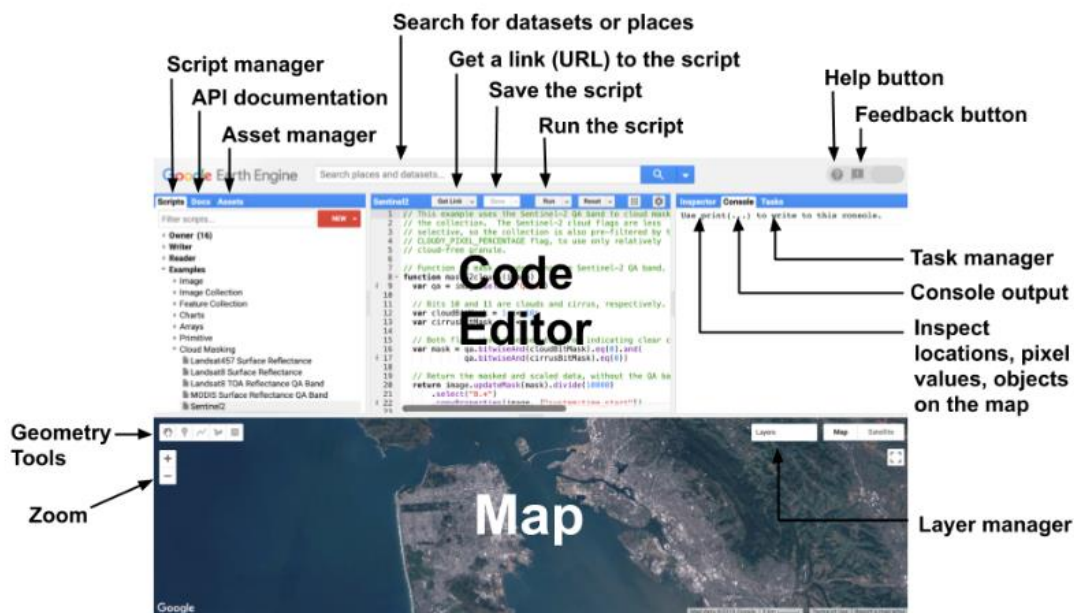


continuamente el globo desde su puesta en órbita en 1999 y 2002 respectivamente. Los satélites MODIS se diseñaron de manera que pueden captar imágenes de prácticamente todo el globo una vez al día, y la información sobre la capa de nieve tiene una resolución espacial de 500 m<sup>2</sup>. Este tiempo de revisión diario es mucho más apropiado para mapear eventos efímeros como la capa de nieve en comparación con la familia de satélites Landsat que, si bien tienen una resolución espacial más alta, poseen una resolución temporal de 16 días.

### 2.11.6. Editor de código

Code Editor es un entorno de desarrollo web para la API de JavaScript de Earth Engine, que permite visualizar, analizar, mapear, graficar imágenes satelitales del Data Catalog, incluso puede usarse para procesar videos a partir del inmenso catálogo de imágenes satelitales. El Editor de código tiene los siguientes elementos:

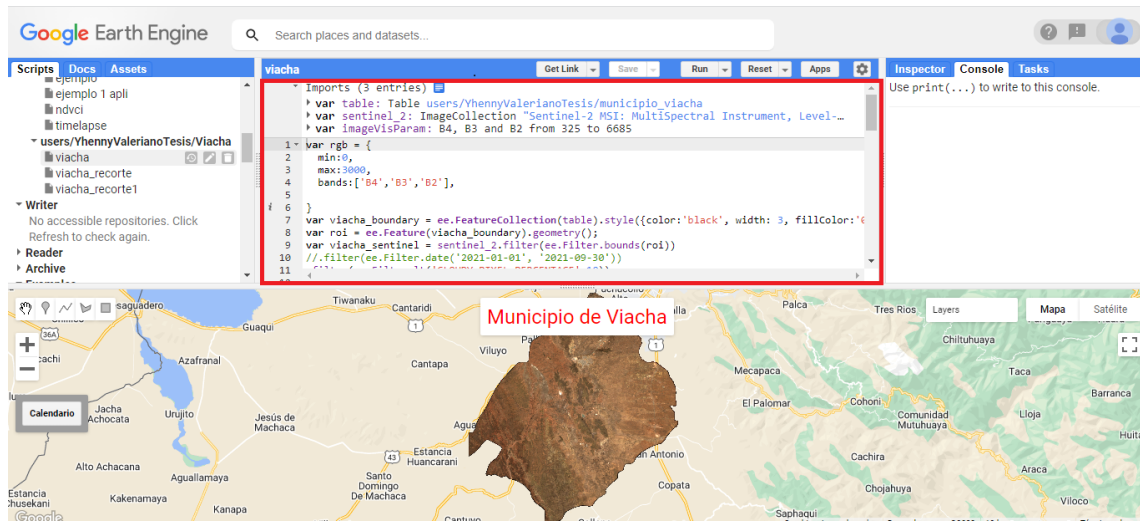
**Figura 8: Code Editor**



**Nota:** Tomado de Google Motor de Tierra, s.f.

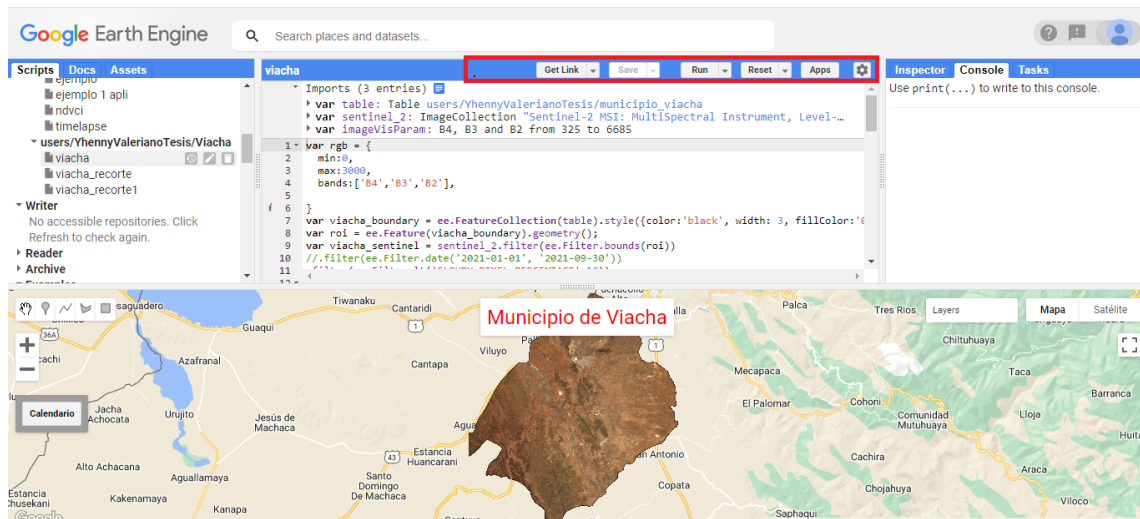
- El panel central proporciona un editor de código JavaScript.

Figura 9: Panel Central



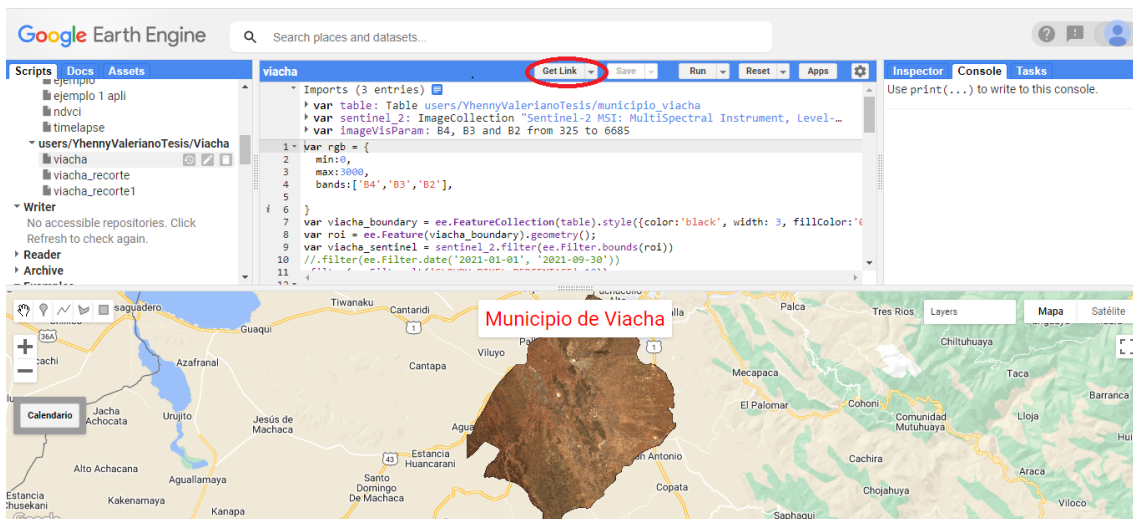
- Encima del editor hay botones para guardar el script actual, ejecutarlo y borrar el mapa.

Figura 10: Panel de herramientas



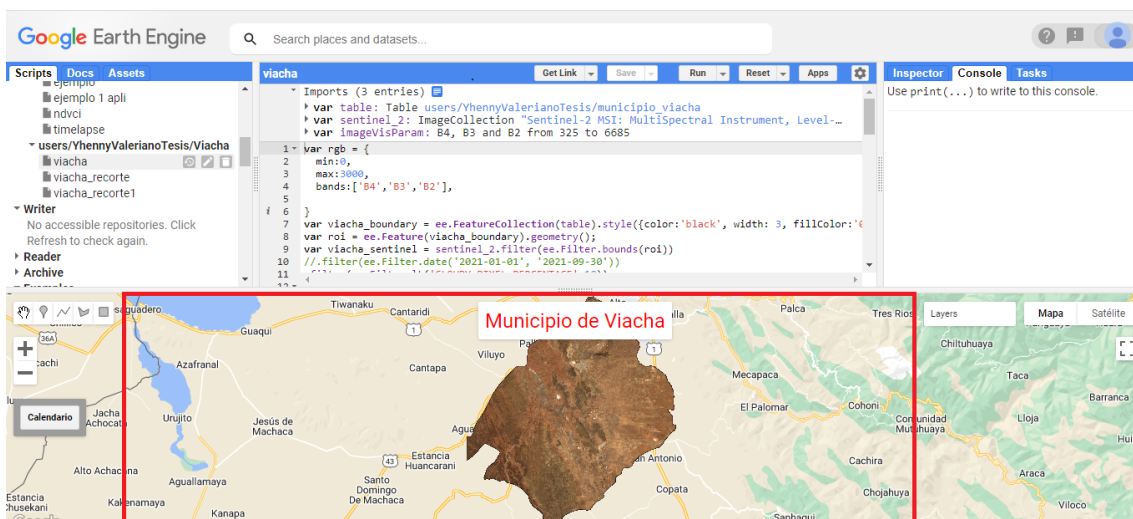
- El botón Get Link genera una URL única para el script en la barra de direcciones.

Figura 11: Get Link



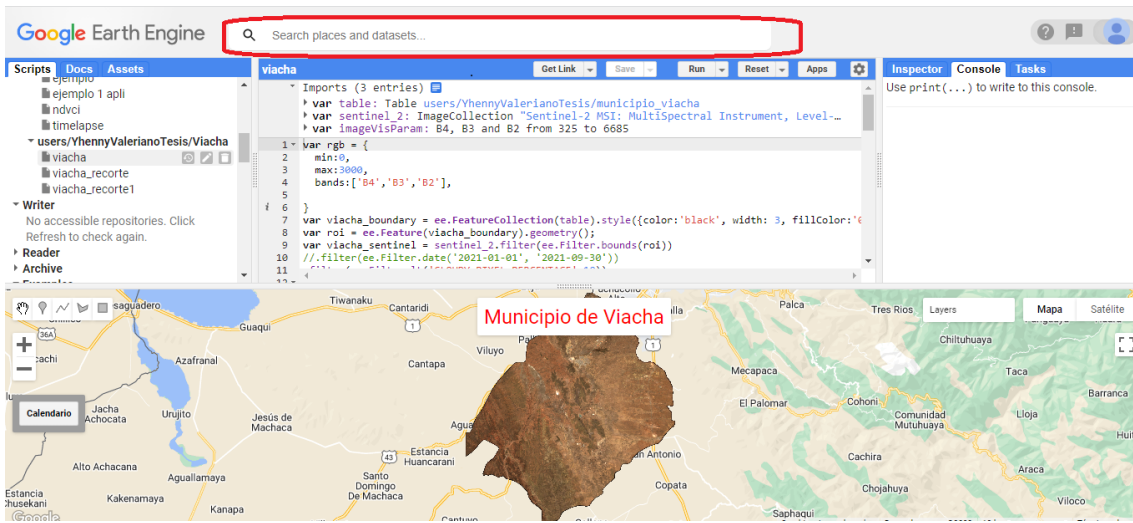
- El mapa en el panel inferior contiene las capas agregadas por el script.

Figura 12: Visor de mapas



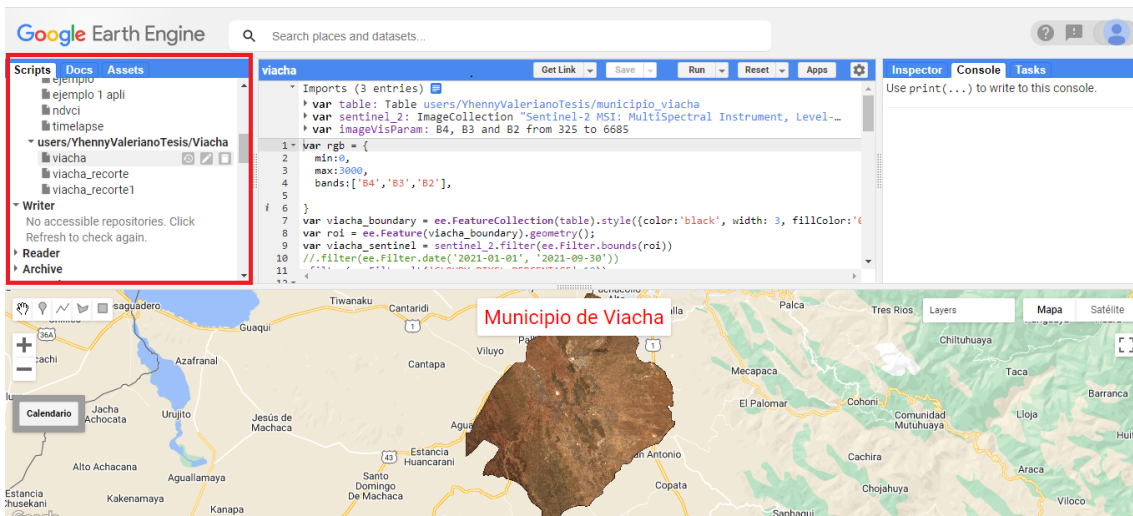
- En la parte superior hay un cuadro de búsqueda para conjuntos de datos y lugares.

**Figura 13:** *Búsqueda de lugares y conjunto de datos*



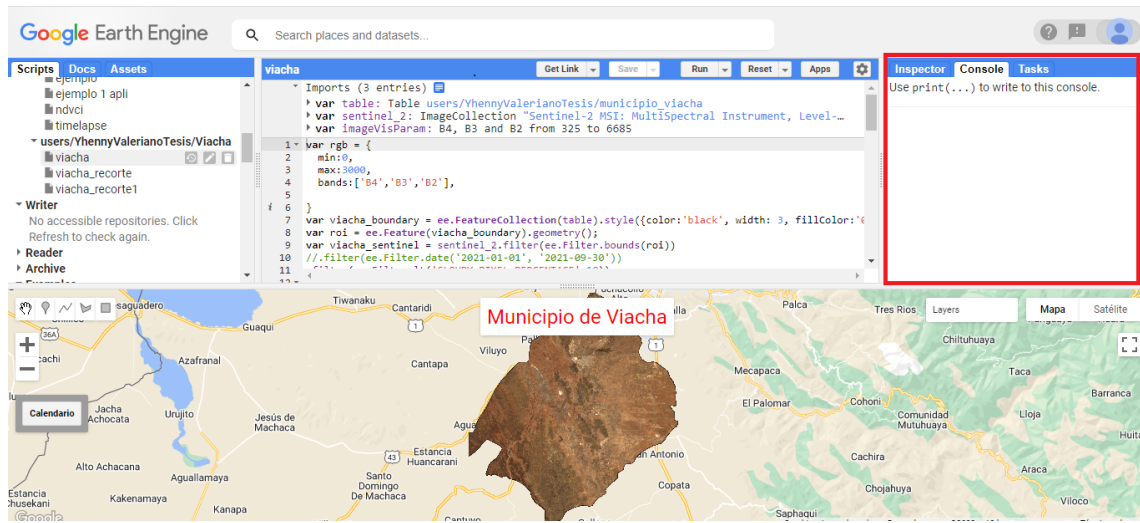
- El panel izquierdo contiene ejemplos de código, sus scripts guardados, una referencia de API de búsquedas y un administrador de activos para datos privados.

**Figura 14:** *Panel de administración, documentos API, administrador de activos.*



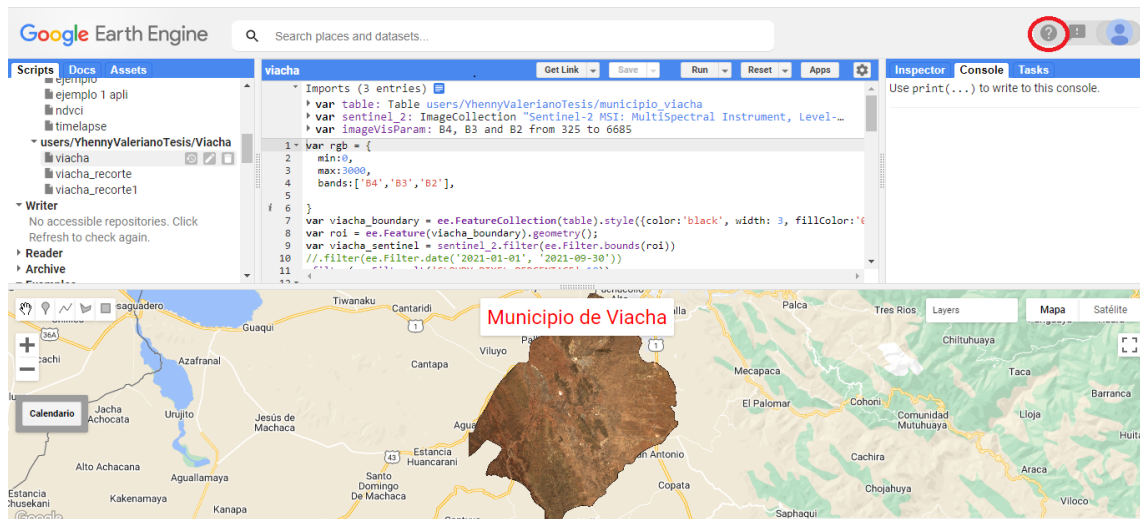
- El panel derecho tiene un inspector para consultar el mapa, una consola de salida y un administrador para tareas de larga duración.

Figura 15: Panel de inspección, consola y tareas.



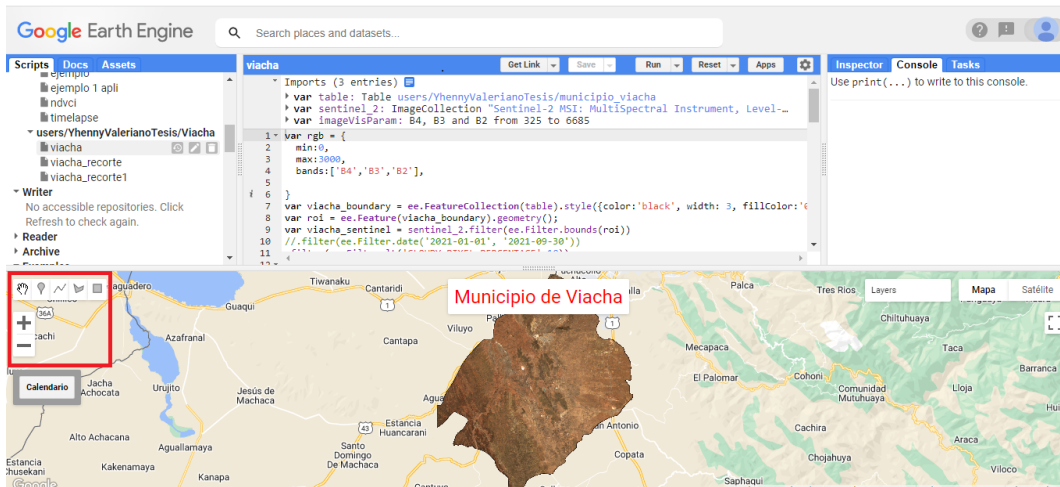
- La ayuda del botón de ayuda en la esquina superior derecha contiene enlaces a esta Guía y otros recursos para obtener ayuda.

Figura 16: Botón de ayuda



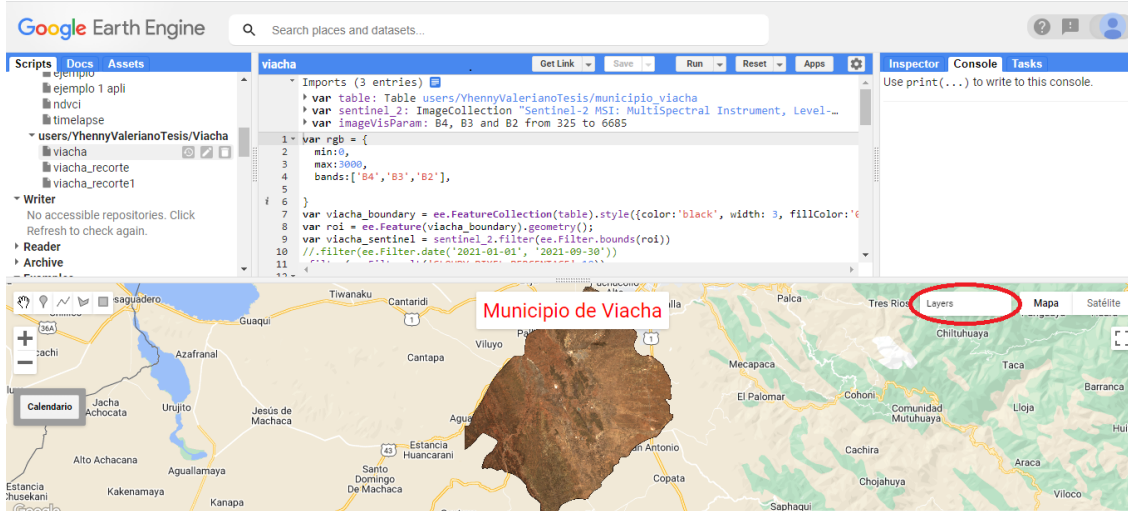
- Las herramientas de dibujo geométrico situadas en la parte superior izquierda del visor de mapas pueden utilizarse para crear manualmente puntos, líneas o polígonos.

Figura 17: Herramientas de dibujo geométrico



- La herramienta Layers que se encuentra en la esquina superior derecha del mapa. Esta barra de herramientas le permitirá hacer clic en las capas, así como ajustar su transparencia y configurar interactivamente los parámetros de visualización de cada capa.

Figura 18: Administrador de Layers.



### 2.11.7. Algoritmos

Mediante la programación de algoritmos la plataforma puede ejecutar una serie de instrucciones para llevar a cabo los procesos requeridos.

Se puede clasificar a los algoritmos en:

- **Machine Learning:** realizar clasificación supervisada y no supervisada, modelos de TensorFlow, etc.
- **Imágenes:** Resumen de imagen, visualización, información y metadatos, operaciones matemáticas, cálculo de gradientes, transformaciones espectrales, etc.
- **Colecciones de imágenes:** información y metadatos, filtrado, mosaicado, visualización, etc.
- **Geometrías, objetos geográficos y colecciones de objetos geográficos:** operaciones geométricas, filtros, interpolaciones de vectorial a raster, etc.
- **Reducciones:** estadísticas de la región de una imagen, conversión vectorial a raster y viceversa, regresión lineal, etc.
- **Uniones:** uniones simples, uniones espaciales, uniones internas, etc.
- **Gráficos:** histogramas, series de tiempo en regiones de imágenes, gráficos de series de tiempo, etc.
- **Matrices:** transformación de matrices.
- **Algoritmos especializados:** algoritmos Landsat y Sentinel-1.
- **Gestión de activos:** importación de archivos raster, importación de tablas de datos, exportación de datos.

Las líneas de código más comunes del Code Editor son:

- **Var:** son contenedores en los cuales se puede almacenar valores de distintos tipos ya sean de tipo String, Number, Boolean, incluso llamar imágenes, colecciones satelitales de Data Catalog.

```
1 var string = 'imagen';
2 var number = 14;
3 var boolean = true;
4 var imagen = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_SR");
```

- **Comentarios:** en JavaScript los comentarios se inician con `//` si fueran comentarios de una sola línea, si en caso fueran varias líneas de códigos se escriben entre `/*` `*/`.

```

13 // Definir una unión.
14 var unirse = ee.Unirse.saveAll('doy_matches');
15
diec /*Aplicar la combinación y convertir la FeatureCollection resultante en una
17 Colección de imágenes.
18 var joinCol = ee.ImageCollection(join.apply(distinctDOY, col, filter));*/

```

- **Condicionales:** permiten comprobar si una expresión que se devuelve es verdadera o falsa, es la llamada **if...else**

```

20 var TipoBosque = 'BosqueLatifoliado';
21 if (TipoBosque === 'BosqueLatifoliado')
22 { alert ('Es un tipo de bosque con mucha humedad');}
23 else
24 { alert ('Es un bosque con poca humedad...');}

```

- **Map.addLayer:** agrega y devuelve una nueva capa al mapa.

`Map.addLayer(eeObject, visParams, name, shown, opacity)`

```

1 var rgbVis = {
2   bandas : [ 'B11' , 'B8' , 'B3' ] ,
3   mín : 0 ,
4   máx : 3000
5 };
# 6 var imagen = ee.ImageCollection ( "COPERNICUS/S2_SR" )
# 7 Map.addLayer( imagen , rgbVis , 'Imagen' )

```

- **Map.centerObject:** centra la vista del mapa en un punto determinado.

```

# 6 var imagen = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_SR")
# 7 Map.addLayer(imagen, rgbVis, 'Imagen')
8 //Map.centerObject(object, zoom, onComplete)
# 9 Map.centerObject(imagen, 10)

```

- **Print:** imprime los argumentos en la consola.

```

# 11 print ('hola mundo')
12 print(1); // 1
13 print(ee.Number(1)); // 1
14 print(ee.Array([1])); // [1]
15
16 print(ee.ImageCollection('AAFC/ACI').size()); // 10
17 print(ee.Image('AAFC/ACI/2009')); // Image AAFC/ACI/2009 (1 band)
18
19 print(ee.FeatureCollection("NOAA/NHC/HURDAT2/pacific").size()); // 28547

```

- **ui.Button:** Un botón en el que se puede hacer clic con una etiqueta de texto.

`ui.Button(label, onClick, disabled, style, imageUrl)`



```

var botonpanel = ui.Button({
  label: 'Calendario',
  onClick : función (p){
    p= Map.add(panel)
  },
  disabled: null,
  style : {color:'black', backgroundColor: '9c9c9c', position: 'top-left'}})

```

- ui.Chart: permite generar gráficos de series de tiempo a partir de puntos que son elegidos dinámicamente en un mapa.

```

// Crear un gráfico MODIS NDVI.
var ndviChart = ui.Chart.image.series(coleccion.select('NDVI'), point, ee.Reducer.mean(), 10);
ndviChart.setOptions({
  title: 'MODIS NDVI',
});
panel.widgets().set(3, ndviChart);
});
Map.style().set('cursor', 'crosshair');|

```

- Export.image.toDrive: exporta una imagen como un ráster a Drive.

```

1 var imagen = ee.Imagen ( 'LANDSAT/LC08/C02/T1_L2/LC08_044034_20210508' )
2   . seleccionar ( [ 'SR_B.' ] ); // bandas de reflectancia
3
4 // Una región de interés.
5 var región = ee.Geometry.BBox ( -122.24 , 37.13 , -122.11 , 37.20 ) ;
6
7 // Establecer los parámetros de exportación "escala" y "crs".
8 Exportar.imagen.aDrive ( {
9   imagen : imagen ,
10  descripción : 'image_export' ,
11  carpeta : 'ee_demos' ,
12  región : región ,
13  escala : 30 ,
14  crs : 'EPSG:5070'
15 } ) ;

```

- Ui.Label: se la utiliza para mostrar texto en el visor de capas, tiene propiedades para cambiar el tamaño de texto, fuente,color de texto, etc.

```
ui.Label(value, style, targetUrl, imageUrl)
```

```

var etiqueta= ui.Label({value: 'Municipio de Viacha',
  style: {
    fontSize: '24px',
    color: 'red',
  }
});
Map.add(etiqueta)

```

- ee.Filter.date: filtra imágenes satelitales por rangos de fechas, el inicio y el final pueden ser fechas numéricas.

```
ee.Filter.date(start, end)
```

- ee.Filter.bounds: filtra una colección por intersección con la geometría, devuelve una colección filtrada.

```
ImageCollection.filterBounds(geometry)
```

```
var geometry = ee.Geometry.Point(-68.74492187500002, -15.935239322868085)
var viacha= ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_SR")
  .filter(ee.Filter.bounds(geometry))
  .filter(ee.Filter.date('2021-01-01', '2021-09-30'))
Map.addLayer([viacha])
```

## 2.12. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA

Según Vílchez (2000). Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema de información que trata datos georreferenciados, es decir, procesa información de eventos o entidades geoespaciales con el fin de generar una información nueva mediante operaciones de manipulación y análisis que ayude a la toma de decisiones. (p.203).

Un sistema de información geográfica (SIG) es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia geográfica, SIG integra diversos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización, utilizando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, SIG revela el conocimiento más profundo escondido en los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes. (Sistemas de información geográfica, s.f.).

## 2.13. INDICES DE VEGETACIÓN

Los índices de vegetación, o índices verdes, son transformaciones que implican efectuar una combinación matemática entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas espectrales de la misma imagen. (Esperanza y Zerda, 2002).

Un Índice de Vegetación, puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y que es particularmente sensible a la cubierta vegetal (Gilabert et al, 1997).

### 2.13.1. Índices de vegetación en Google Earth Engine.

Los Índices de Vegetación son medidas radiométricas que combinan bandas espectrales registradas por los satélites de Teledetección para aumentar la señal de vegetación, son imágenes calculadas a partir de operaciones algebraicas entre distintas bandas espectrales. El resultado permite obtener una nueva imagen.

El NDVI índice de vegetación de diferencia normalizada, ayuda a distinguir zonas desnudas y presencia de agua haciendo del índice un parámetro cualitativo, pero interfiere en la identificación de presencia de vegetación cuando el suelo se encuentra parcialmente cubierto. Índices, como el SAVI, pueden ayudar a obtener mejores resultados frente al tradicional NDVI. (Geo innova, 2021.).

- **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)**

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{RED})}{(\text{NIR} + \text{RED})}$$

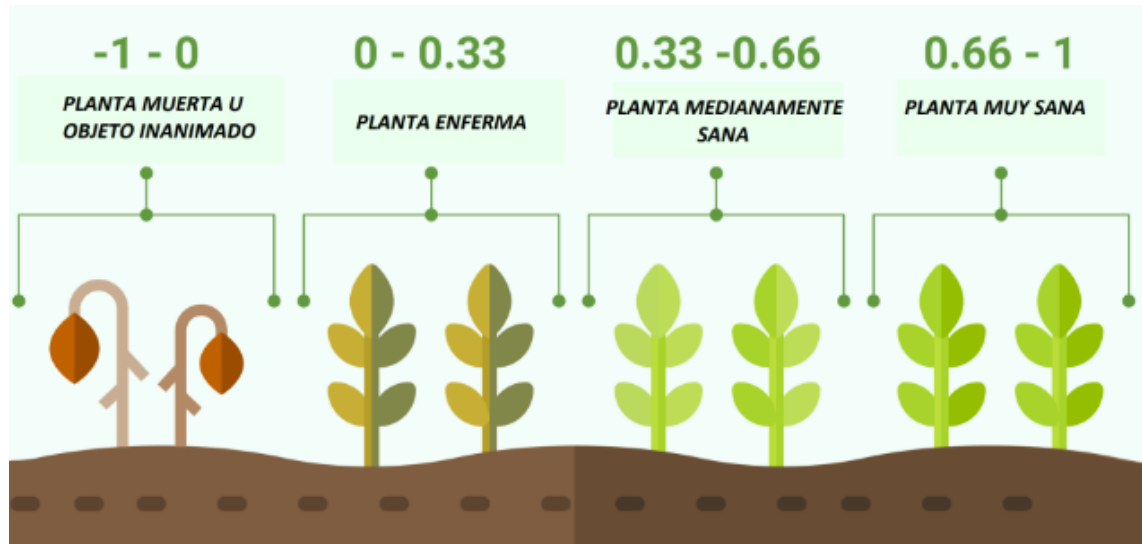
**NIR** es luz infrarroja cercana.

**Red** es luz roja visible.

Es el índice de vegetación más utilizado desde la década de 1970 ayuda a diferenciar la vegetación de otros tipos de cobertura gracias a la medición que se realiza por medio de sensores remotos instalados en los satélites de la intensidad de la radiación de la banda del infrarrojo del espectro electromagnético en la que la vegetación emite o refleja según su estado de salud.

Los resultados del cálculo del NDVI varían de -1 a 1. Los valores negativos corresponden a áreas con superficies de agua, estructuras artificiales, rocas, nubes, nieve; el suelo desnudo generalmente cae dentro del rango de 0.1 a 0.2; y las plantas siempre tendrán valores positivos entre 0.2 y 1. El dosel de vegetación sano y denso debería estar por encima de 0.5, y la vegetación dispersa probablemente caerá dentro de 0.2 a 0.5. Sin embargo, es solo una regla general y siempre debe tener en cuenta la temporada, el tipo de planta y las peculiaridades regionales para saber exactamente qué significan los valores de NDVI.

**Figura 19: NDVI**



**Nota:** Índices de vegetación. Tomado de Cursos teledetección.com, 2019.

- **SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)**

$$SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} * (1 + L)$$

SAVI, el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo es un índice de vegetación que intenta minimizar las influencias del brillo del suelo utilizando un factor de corrección. Está más adaptado a estudios de análisis de vegetación en etapas de crecimiento inicial o vegetación dispersa. En general, el SAVI puede ser una buena alternativa ante cualquier suelo donde exista una baja densidad vegetal y la exposición de la superficie del suelo sea relevante, es un buen indicador en los primeros estadios de cultivo.

- **EVI (Enhanced Vegetation Index)**

$$EVI = 2.5 * \frac{(NIR - RED)}{((NIR) + (C1 * RED) - (C2 * BLUE) + L)}$$

EVI es un índice más propio de bandas MODIS que trabaja las bandas rojo y azul del visible para corregir el efecto de la atmósfera junto al factor L para corregir la influencia

del suelo. Además del factor L emplea dos parámetros adicionales constantes C (C1=6, C2=7.5), permite monitorizar el estado de la vegetación en caso de altas densidades de biomasa.

- **GLI (Green Leaf Index)**

$$GLI = \frac{(2 * GREEN) - RED - BLUE}{(2 * GREEN) + RED + BLUE}$$

El índice GLI es un estupendo índice cuando no dispongas de las bandas de trabajo originales y cuentes con imágenes RGB básicas a color natural incorpora las tres bandas del visible rojo, verde y azul y presenta gran sensibilidad a la hora de identificar todos aquellos elementos verdes y oscuros. A través de las bandas de la imagen podrás distinguir zonas vegetales, aunque deberás de ser cuidadoso si existen zonas de sombra ya que el índice es especialmente sensible al color y te mostrará zonas de oscuridad como zonas de vegetación.

- **GCI (Green Chlorophyll Index)**

$$GCI = \frac{NIR}{GREEN} - 1$$

El GCI o Índice de Clorofila Verde se usa para estimar el contenido de clorofila de las hojas en varias especies de plantas. El contenido de clorofila refleja el estado fisiológico de la vegetación; disminuye en plantas estresadas y, por lo tanto, puede usarse como un evaluador de la vigorosidad de las plantas.

- **RGR (Red Green Ratio)**

$$RGR = \frac{(RED)}{(GREEN)}$$

Es útil para los casos de masas vegetales que generan enrojecimiento de la estructura vegetal como defensa ante el exceso de luz ultravioleta o por degradación de clorofila

Este índice es útil para hacer estimaciones del desarrollo del follaje, indicando la producción y el estrés de las hojas, o incluso indicando la floración.

Donde la media (ROJA) representa todas las bandas con longitudes de onda en el rango rojo del espectro electromagnético y la media (VERDE) representa todas las bandas con longitudes de onda en el rango verde del espectro electromagnético. El rango de una relación RGR es de 0,1 a más de 8, donde la vegetación verde saludable generalmente se encuentra entre valores de 0,7 a 3.

- **SIPI (Structure Insensitive Pigment Index)**

$$SIPI = \frac{(NIR - BLUE)}{(NIR - RED)}$$

Es bueno para el análisis de la vegetación con una estructura del dosel variable. Estima la relación entre los carotenoides y la clorofila, el alto nivel de carotenoides y bajo nivel de clorofila puede significar la existencia de una enfermedad en los cultivos. El valor de este índice varía de 0 a 2. El rango común para la vegetación verde es de 0,8 a 1,8.

- **ARVI (Atmospherically Resistant Vegetation Index)**

$$ARVI = \frac{(NIR) - (2RED - BLUE)}{(NIR) + (2RED - BLUE)}$$

ARVI o Índice de Vegetación Resistente a la Atmósfera es una mejora del NDVI que es relativamente resistente a factores atmosféricos como los aerosoles. Funciona utilizando mediciones de reflectancia en las longitudes de onda azules para corregir los efectos de dispersión atmosférica que se registran en el espectro de reflectancia roja. El ARVI es más útil en regiones de alto contenido de aerosoles atmosféricos.

El rango para un ARVI es de -1 a 1, donde la vegetación verde generalmente cae entre valores de 0,20 a 0,80.

- **NBRI (Normalized Burned Ratio Index)**

$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Índice Normalizado de Área Quemada se utiliza para resaltar las zonas quemadas tras un incendio. La fórmula del índice de vegetación NBR incluye mediciones en las longitudes de onda del infrarrojo cercano y el infrarrojo de onda corta: la vegetación sana muestra una alta reflectancia en el espectro del infrarrojo cercano, mientras que las zonas de vegetación recientemente quemadas se reflejan mucho en el espectro del infrarrojo de onda corta.

Detección de incendios forestales activos en agricultura y silvicultura, análisis de la gravedad del quemado y monitorización de la supervivencia de la vegetación después de la quema.

#### **2.14. USO DE SUELOS**

El uso de suelo se refiere a la ocupación de una superficie determinada en función de su capacidad agrológica y por tanto de su potencial de desarrollo, se clasifica de acuerdo a su ubicación como urbano o rural, representa un elemento fundamental para el desarrollo de la ciudad y sus habitantes ya que es a partir de éstos que se conforma su estructura urbana y por tanto se define su funcionalidad (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F., 2003).

El uso del suelo (terreno), se refiere a la manera en la cual las coberturas son utilizadas por el hombre, para satisfacer sus necesidades materiales y espirituales. En otro contexto el uso de suelo describe las actividades del hombre que se desarrollan sobre la superficie terrestre y al influir el humano en el ambiente para producir bienes y servicios este uso tiende a transformarse (Pineda, 2011).

#### **2.15. MONITOREO**

Monitoreo es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión. El monitoreo generalmente se dirige

a los procesos en lo que respecta a cómo, cuándo y dónde tienen lugar las actividades, quién las ejecuta y a cuántas personas o entidades beneficia. (Centro Virtual de Conocimiento para Poner Fin a la Violencia contra las Mujeres y Niñas [ONU MUJERES], 2010).

El monitoreo es la acción de supervisar o vigilar mediante equipos o sistemas de cualquier tipo las acciones que se realizan en lugares determinados, y se le llama monitoreo porque estas acciones se proyectan como imágenes en un monitor. (Definicionyque.es., 2016).

### 2.15.1. Tipos de monitoreo.

- **Monitoreo de seguridad:** usado por las empresas de vigilancia para el control a distancia de la seguridad de los inmuebles de sus clientes, para la protección interna y externa de un negocio.
- **Monitoreo por defecto:** es aquel que se realiza a los equipos para detectar las posibles fallas que puedan presentar y solucionarlas lo más pronto posible.
- **Monitoreo clínico:** es la vigilancia de las funciones vitales que realiza el personal médico a sus pacientes con el fin de detectar anomalías que se presenten durante la recuperación.
- **Monitoreo ambiental:** es el seguimiento continuo y sistemático de las variables ambientales para identificar y evaluar, cualitativa y cuantitativamente, las condiciones de los recursos naturales, éstos resultados no se dan inmediatamente, sino que tiene que tener cierto tiempo de estudio para que se puedan definir fallas ambientales.
- **Monitoreo de red:** es el control continuo de una red de computadoras para detectar defectos y anomalías.
- **Monitoreo satelital:** es el que se realiza a través de plataformas inalámbricas para mantener el control vehicular capaz de indicar la ubicación geográfica de los vehículos en cualquier parte del mundo.



## 2.16. TERRITORIO

El territorio se define como la porción de la superficie terrestre apropiada por un grupo social con el objetivo de asegurar su reproducción y la satisfacción de sus necesidades vitales (Mazurek, 2005).

Para Geiger (1996), el territorio es una extensión terrestre que incluye una relación de poder o de posesión por parte de un individuo o de un grupo social, que contiene límites de soberanía, propiedad, apropiación, disciplina, vigilancia y jurisdicción, y transmite la idea de cerramiento.

### 2.16.1. Estructura territorial de Bolivia.

- **Departamentos.** La administración de cada departamento está a cargo del Gobierno Departamental constituido por el gobernador y la asamblea legislativa departamental. Existen 9 departamentos desde septiembre de 1938.
- **Provincias.** En Bolivia se cuenta con 112 provincias, las cuales son subdivisiones territoriales inferiores a los departamentos y superiores a los municipios. El gobernador de cada departamento es el que se encarga de designar a los subgobernadores que están a cargo de la administración de las provincias.
- **Municipios.** La administración de los municipios está a cargo de un gobierno municipal que consta de un alcalde y un concejo municipal, existen actualmente en Bolivia 342 municipios.

## 2.17. DATOS

Los datos son una representación formalizada de hechos, conceptos o instrucciones adecuada para su comunicación, interpretación o procesamiento por personas o medios artificiales; mientras que la información son datos dispuestos en patrones significativos o sintetizados. Por su parte, el conocimiento es información condensada dentro del contexto que es útil para la toma de decisiones y la acción. (Pollock, 2002).

Se conoce que la palabra Datos proviene del latín "Dtum" cuyo significado es "lo que se da". Los datos son la representación simbólica, bien sea mediante números o letras

de una recopilación de información la cual puede ser cualitativa o cuantitativa, que facilitan la deducción de una investigación o un hecho. (Yirda, 2021).

## **2.18. INGENIERIA DE SISTEMAS**

La Ingeniería de Sistemas es la encargada de encontrar soluciones prácticas a la vida cotidiana a través de conocimientos matemáticos y ciencias de la ingeniería. La ingeniería de sistemas requiere de un método, el análisis, la experiencia, un enfoque investigativo y un soporte científico. La obligación principal del ingeniero es poner los recursos de la naturaleza al servicio del ser humano. (Pico, 2013).

Es la rama de la ingeniería relacionada con el manejo de las tecnologías y los sistemas de información. Esta contempla las bases teóricas y metodológicas necesarias para el diseño, la implantación, el análisis, el control, el procesamiento, el transporte, la operatividad, la toma de decisiones y la búsqueda de seguridad de los sistemas informáticos (Universia, s.f.).

## **2.19. INVESTIGACIÓN**

El término investigación es definido como una actividad enfocada en obtener conocimientos nuevos o simplemente ampliarlos, de manera que a través de ellos, se puedan solucionar interrogantes o problemas cuyo carácter sea científico (Pérez, 2021).

La investigación es un proceso intelectual y experimental que comprende un conjunto de métodos aplicados de modo sistemático, con la finalidad de indagar sobre un asunto o tema, así como de ampliar o desarrollar su conocimiento, sea este de interés científico, humanístico, social o tecnológico. (Coelho, 2021).

### **2.19.1. Tipos de investigación.**

Los diferentes tipos de estudios investigativos están los siguientes: Según el objetivo, según el método, según la fuente y según el resultado.

#### 2.19.1.1. Según el objetivo

- **Investigación básica.** Se encarga de incrementar los conocimientos de tipo teóricos sin necesidad de tener interés en las aplicaciones o consecuencias prácticas que pueda tener.
- **Investigación aplicada.** Se encarga de emplear los conocimientos adquiridos en las prácticas, esto con la finalidad de ejecutarlos y darle provecho a la sociedad.

#### 2.19.1.2. Según el método

- **Investigación cualitativa.** No hay pruebas teóricas, al contrario, las hipótesis son generadas en los procedimientos investigativos. Recoge discursos existentes respecto al tema y realiza una interpretación.
- **Investigación cuantitativa.** Se encarga de medir, estimar y reflejar las magnitudes, generando preguntas como cuándo, cómo, por qué y con qué magnitud ocurren los fenómenos. Emplea magnitudes numéricas para expresar su trabajo.
- **Investigación cuali- cuantitativa.** Se trata de un estudio mixto que emplea los mejores aspectos de las dos vertientes anteriores, de forma que minimiza las debilidades potenciales y combina los enfoques positivos.

#### 2.19.1.3. Según la fuente

- **Investigación experimental.** Esta suele presentarse a través de la manipulación de variables experimentales que no han sido comprobadas, con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce dicho acontecimiento.
- **Investigación documental.** Se trata de la recopilación y selección de cualquier tipo de información a través de la crítica y lectura de material y documentos bibliográficos, hemerotecas, bibliotecas o de centros de información.
- **Investigación de campo.-** Es un procedimiento en el cual se ejecuta un método científico que permite que se obtengan conocimientos nuevos de acuerdo a la realidad social. Es la recopilación de datos directamente de la realidad y permite la obtención de información directa para un propósito específico.

#### **2.19.1.4. Según el resultado**

- **Investigación descriptiva.** También conocida como investigación estadística, se encarga de describir los datos y, a su vez, analizar el impacto que estos tienen en las personas que se encuentran en ese entorno.
- **Investigación correccional.** Se trata de estudios no experimentales en los cuales el científico o investigador se encarga de medir diferentes variables, entendiendo y evaluando las relaciones estadísticas entre ellas mismas sin tener influencia de variables extrañas.

### **2.20. METODOLOGÍAS**

#### **2.21. MÉTODO CIENTÍFICO**

La investigación científica es esencialmente como cualquier tipo de investigación, sólo que más rigurosa y cuidadosamente realizada. Podemos definirla como un tipo de investigación “sistemática, controlada, empírica, y crítica, de proposiciones hipotéticas sobre las presumidas relaciones entre fenómenos naturales” (Kerlinger, 1975, p. 11, citado por Sampieri).

Que es “sistemática y controlada” implica que hay una disciplina constante para hacer investigación científica y que no se dejan los hechos a la casualidad. “Empírica” significa que se basa en fenómenos observables de la realidad. Y “crítica” quiere decir que se juzga constantemente de manera objetiva y se eliminan las preferencias personales y los juicios de valor. Es decir, llevar a cabo investigación científica es hacer investigación en forma cuidadosa y precavida.

La investigación puede cumplir dos propósitos fundamentales: a) producir conocimiento y teorías (investigación básica) y b) resolver problemas prácticos (investigación aplicada). Gracias a estos dos tipos de investigación la humanidad ha evolucionado. La investigación es la herramienta para conocer lo que nos rodea y su carácter es universal. Como señala uno de los científicos de nuestros tiempos, (Carl Sagan, 1998).

Según Hernández, Fernández, Baptista los pasos o las etapas del proceso de investigación son:

## **Primer paso**

### **2.21.1. Concebir la idea a investigar.**

Las ideas deben ser novedosas, alentar al investigador, servir para la elaboración de teorías, la resolución de problemas, dar un enfoque diferente a lo ya existente, se debe generar ideas potenciales para investigar desde una perspectiva científica cuantitativa.

## **Segundo paso**

### **2.21.2. Planteamiento del problema de investigación.**

Consiste en afinar y estructurar la idea de investigación, los elementos para plantear un problema son tres: objetivo de investigación, preguntas de investigación y la justificación del estudio.

- **Objetivo de investigación** establece que se pretende con la investigación.
- **Preguntas de investigación** dicen que respuestas deben encontrarse mediante la investigación.
- **Justificación del estudio** indican el por qué y para que hacerse la investigación exponer las razones del estudio.

En el enfoque cuantitativo el planteamiento del problema de investigación precede a la revisión de la literatura y al resto del proceso de investigación; aunque esta revisión pueda modificar el planteamiento original.

En el enfoque cualitativo, el planteamiento del problema llega a surgir en cualquier momento de la investigación, incluso al principio o al final.

## **Tercer paso**

### **2.21.3. Elaboración del marco teórico.**

Es la parte teórica textual o de referencia del tema a investigar, se integra con los enfoques teóricos, estudios y antecedentes, que se refieran al problema de investigación para desarrollar el marco teórico.

Funciones principales del marco teórico.

- Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios.
- Orienta sobre como habrá que de realizarse el estudio.
- Amplía el horizonte del estudio o guía al investigador para que se centre en su problema, evitando desviaciones del planteamiento original.
- Conduce al establecimiento de hipótesis o afirmaciones.
- Inspira nuevas líneas y áreas de investigación.
- Provee de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

#### Cuarto paso

##### 2.21.4. Definición del alcance de la investigación a realizar.

Se define si la investigación se inicia como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa y hasta que nivel llegara.

- **Estudio exploratorio** se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o un problema de investigación poco estudiado del cual se tienen muchas dudas o no se había abordado el tema antes.
- **Estudio descriptivo** buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Describe situaciones, eventos y hechos como es y cómo se manifiesta dicho fenómeno, selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas para así describir lo que se investiga de manera independiente o conjunta.
- **Estudio explicativo** están dirigidos a responder a las causas de los eventos, sucesos o fenómenos físicos o sociales, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué se relacionan dos o más variables.
- **Estudio correlacional** relacionan o vinculan diversos conceptos, variables o características entre sí, miden el grado de relación entre esas dos o más variables y analizan la correlación que puede ser positiva o negativa. Si es positiva, significa

que sujetos con altos valores en una variable tenderán a mostrar altos valores en la otra variable, por otro lado, si es negativa significa que sujetos con altos valores en una variable tenderán a mostrar bajos valores en la otra variable. La utilidad y el propósito principal son saber cómo se puede comportar un concepto o una variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas.

## **Quinto paso**

### **2.21.5. Formulación de hipótesis.**

Las hipótesis indican lo que estamos buscando o tratando de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado, formuladas a manera de proposiciones. Las hipótesis son el centro de enfoque creativo- deductivo, puede surgir del planteamiento del problema se vuelve a evaluar y si es necesario se replantea después de revisar la literatura.

- Analizar la conveniencia de formular o no hipótesis que orienten el resto de la investigación, tomando en cuenta el enfoque del estudio y su alcance.
- En caso de que se considere conveniente formular hipótesis, habrá que establecerlas.
- Detectar las variables de las hipótesis.
- Definir conceptualmente las variables de las hipótesis.
- Definir operacionalmente las variables de las hipótesis.

Las características de la hipótesis:

- Deben referirse a una situación social real.
- Los términos de las variables deben ser comprensibles, precisos y lo más concreto posible.
- La relación entre variables propuesta por una hipótesis debe ser clara y verosímil (lógica).
- Los términos de la hipótesis y la relación planteada entre ellos deben ser observables y medibles.
- Las hipótesis deben estar relacionadas con técnicas disponibles para probarlas.

Los tipos de hipótesis de investigación son las siguientes:

- **Hipótesis descriptivas** del valor de las variables que se va a observar en un contexto o en la manifestación de otra variable.
- **Hipótesis correlacionales**, especifican las relaciones entre dos o más variables.
- **Hipótesis de la diferencia entre grupos**, estas hipótesis se formulan en investigaciones cuya finalidad es comparar grupos.
- **Hipótesis que establecen relaciones de causalidad**, este tipo de hipótesis no solamente afirma las relaciones entre dos o más variables y cómo se dan dichas relaciones, sino que además proponen un “sentido de entendimiento” de ellas dependiendo del número de variables que se incluyan, pero todas estas hipótesis establecen relaciones de causa-efecto. A las supuestas causas se les conoce como “variables independientes” y a los efectos como “variables dependientes”.

Existen distintos tipos de hipótesis causales:

- ✓ **Hipótesis causales bivariadas**, se plantea una relación entre una variable independiente y una variable dependiente.
- ✓ **Hipótesis causales multivariadas**. Plantean una relación entre diversas variables independientes y una dependiente, o una independiente y varias dependientes, o diversas variables independientes y varias dependientes.

## **Sexto paso**

### **2.21.6. Diseños de investigación.**

Es el plan o estrategia para obtener información el diseño se utiliza para analizar la certeza de las hipótesis o para aportar evidencia.

Experimental aplica a un estímulo y ve el efecto de ese estímulo en una variable son propios de la investigación cuantitativa.

No experimental se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes; se basa en categorías, conceptos y variables, se aplica en ambos enfoques ya sea cualitativos o cuantitativo.



En el enfoque cuantitativo, la calidad de una investigación se encuentra relacionada con el grado en que apliquemos el diseño tal y como fue preconcebido.

En el enfoque cualitativo la aplicación del diseño suele ser más “cíclica” y variable, en busca de adaptar el diseño a los cambios de la situación de investigación o del evento, la comunidad, el grupo o el contexto.

## **Séptimo paso**

### **2.21.7. Selección de muestra.**

Es un subgrupo de la población y puede ser probabilística o no probabilística se requiere determinar el tamaño adecuado y seleccionar los elementos en forma aleatoria, implica definir la unidad de análisis delimitando la población para generalizar resultados y establecer parámetros. En el enfoque cuantitativo las muestras son esenciales.

Pasos para la selección de muestra:

- Definir los casos (participantes u otros seres vivos, objetos, fenómenos, sucesos o comunidades) sobre los cuales se habrán de recolectar los datos.
- Delimitar la población.
- Elegir el método de selección de las muestras:
  - ✓ **Probabilístico.** Son esenciales en los dos diseños de investigación transaccionales cuantitativos (por encuestas), donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población; estas variables se miden con instrumentos de medición y se analizan con pruebas estadísticas para el análisis de datos, donde se presupone que la muestra es probabilística y con todos los elementos de la población tienen una misma probabilidad de ser elegidos.
  - ✓ **No probabilístico.** La elección de los elementos, no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. El procedimiento depende del proceso de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación.

- Precisar el tamaño de la muestra requerido.
- Aplicar el procedimiento de selección.
- Obtener la muestra.

### **Octavo paso**

#### **2.21.8. Recolección de los datos.**

Implica seleccionar uno o varios métodos o instrumentos como ser entrevistas, encuestas y otros desarrollarlos, aplicarlos y preparar mediciones para analizarlos correctamente.

Pasos para la recolección de datos.

- Seleccionar un instrumento o método de recolección de datos.
- Aplicar ese instrumento o método para recolectar datos.
- Preparar observaciones, registros y mediciones obtenidas.

Pasos para construir un instrumento de medición.

- Listar las variables que se pretende medir u observar.
- Revisar su definición conceptual y comprender sus significados.
- Revisar cómo han sido definidas operacionalmente las variables, es saber cómo se ha medido esto es comparando cada instrumento con las cuales se utilizaron para medir las variables.
- Elegir el instrumento o los instrumentos que hayan sido favorecidos por la comparación y adaptarlos al contexto de la investigación. O en caso de que no se elija un instrumento se puede construir uno propio es necesario pensar en cada variable y sus dimensiones, así como en indicadores precisos e ítems para cada dimensión.

## **Noveno paso**

### **2.21.9. Análisis de datos.**

Analizar e interpretar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas, mediante programas computacionales.

Pasos para analizar los datos:

- Decidir qué tipo de análisis de los datos se llevará a cabo: cuantitativo, cualitativo o mixto.
- En caso de que el análisis elegido sea cuantitativo, seleccionar las pruebas estadísticas apropiadas para analizar los datos, dependiendo de las hipótesis formuladas y de los niveles de medición de las variables.
- En caso de que el análisis elegido sea cualitativo, pre diseñar o “coreografiar” el esquema de análisis de los datos.
- Seleccionar un programa computacional para analizar los datos: ya sea un paquete estadístico o un paquete de apoyo al análisis cualitativo.
- Aplicar el programa.
- Obtener los análisis requeridos.
- Interpretar los análisis.

## **Decimo paso**

### **2.21.10. Elaboración del reporte de investigación.**

Los elementos que contiene un reporte de investigación dentro de un contexto académico:

1. **Portada.** Es la primera página incluye el título de la investigación, el nombre del autor o los autores y su afiliación institucional, o el nombre de la organización que patrocina el estudio, así como la fecha en que se presenta el reporte.
2. **Índice** Incluye apartados y sub apartados, se considera como un esquema donde se ordena de forma numérica o alfanumérica el contenido de una investigación.

3. **Resumen ejecutivo** constituye brevemente el contenido esencial del reporte de investigación, y usualmente incluye el planteamiento del problema, el método, los resultados más importantes y las principales conclusiones. Debe ser comprensible, sencillo, informativo, preciso, completo, conciso y específico. Su propósito es proporcionar a los lectores una visión clara de lo que has investigado y las conclusiones correspondientes.
4. **Introducción** Incluye los antecedentes, el planteamiento del problema, el contexto de la investigación, las variables y términos de la investigación y sus definiciones.
5. **Marco teórico** es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas de una investigación, análisis, hipótesis o experimento. Es la parte fundamental de toda investigación, se identifica las fuentes de consulta en las cuales se sustentan la investigación.
6. **Método.** Se describe como fue llevada a cabo la investigación, puede significar la ruta o el camino que se sigue para alcanzar un determinado fin e incluye:
  - Enfoque pueden ser cuantitativo, cualitativo o mixto.
  - Contexto de la investigación.
  - Hipótesis abarca definiciones conceptuales y operacionales.
  - Diseño utilizado pueden ser experimental o no experimental.
  - Sujetos, universo y muestra (procedencia, edades, sexo o aquellas características que sean relevantes de los sujetos; descripción del universo y la muestra, y procedimiento de selección de la muestra).
  - Instrumentos de recolección de datos utilizados (descripción precisa, confiabilidad, validez y variables, o conceptos, eventos, situaciones, categorías, lugares de donde se obtuvo información).
  - Procedimiento es un resumen de cada paso en el desarrollo de la investigación.
7. **Resultados** son el producto del análisis de los datos. Un resumen de los datos recolectados y el tratamiento estadístico que se les practico (Estudio cuantitativo), así como los datos recolectados y análisis efectuados (estudios cualitativos).
8. **Conclusiones,** recomendaciones e implicaciones se realizan recomendaciones para otras investigaciones, se analizan las implicaciones de la investigación y se

establece cómo se respondieron las preguntas de investigación, así como se cumplieron o no los objetivos.

9. **Bibliografía** son las referencias utilizadas por el investigador para elaborar el marco teórico u otros propósitos que se incluyen al final del reporte ordenadas alfabéticamente.
10. **Apéndices** Resultan útiles para describir con mayor profundidad ciertos materiales, sin distraer la lectura del texto principal del reporte, o evitar que dichos materiales rompan con el formato del reporte.

Pasos para elaborar el reporte

- Definición del usuario.
- Selección del tipo de reporte a presentar: académico o no académico.
- Elaboración del reporte y del material gráfico correspondiente.
- Presentación del reporte.

## **2.22. METODOLOGÍA UWE**

UWE es un proceso del desarrollo para aplicaciones Web enfocado sobre el diseño sistemático, la personalización y la generación semiautomática de escenarios que guíen el proceso de desarrollo de una aplicación Web. UWE describe una metodología de diseño sistemática, basada en las técnicas de UML, la notación de UML y los mecanismos de extensión de UML.

Es una herramienta que nos permitirá modelar aplicaciones web, utilizada en la ingeniería web, prestando especial atención en sistematización y personalización (sistemas adaptativos). UWE es una propuesta basada en el proceso unificado y UML pero adaptados a la web. En requisitos separa las fases de captura, definición y validación. Hace además una clasificación y un tratamiento especial dependiendo del carácter de cada requisito.

### **2.22.1. Modelos de UWE**

El modelo que propone UWE está compuesto por 6 sub – modelos.

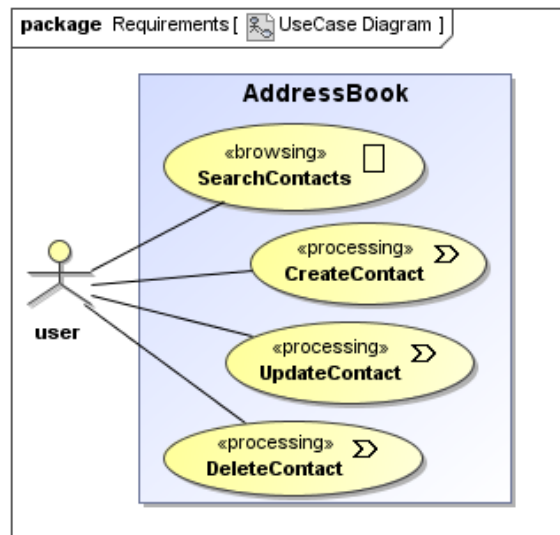
### 2.22.1.1. Modelo de requisitos:

En UWE, el modelado de requisitos consta de dos partes:

El primer paso se realiza los casos de uso, se identifica los requerimientos y se los plasma en un modelo de requerimientos que son documentados en dos niveles que propone UWE, se deben describir las acciones o actividades que deben realizar los personajes o entidades que forman parte del diagrama de caso de uso en respuesta a un evento.

Como segundo paso se elabora una descripción de las actividades de los casos de uso más detallada, realizando diagramas de actividad donde se delimiten las responsabilidades y acciones de los actores involucrados en el sistema.

**Figura 20:** Modelo de casos de uso



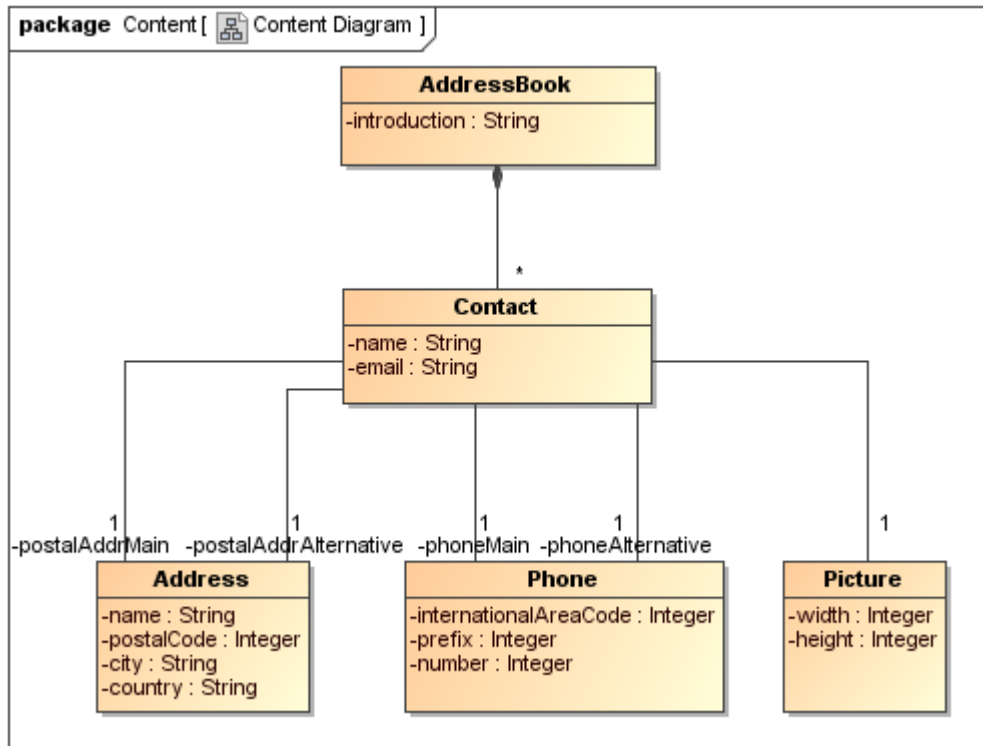
**Nota:** Tomado de UWE – UML-based Web Engineering, s.f.

### 2.22.1.2. Modelo de Contenido:

Es un modelo de análisis e incluye los objetos involucrados en las actividades que los usuarios realizan con la aplicación, El objetivo del modelo de contenido es proporcionar una especificación visual de la información relevante para el dominio del sistema web.

En él se representa la información del dominio, sus datos persistentes, mediante un diagrama de clases UML, donde se puede observar las distintas clases que forman parte del sistema con sus respectivos atributos y estereotipos definido por UWE.

**Figura 21:** Modelo de contenido



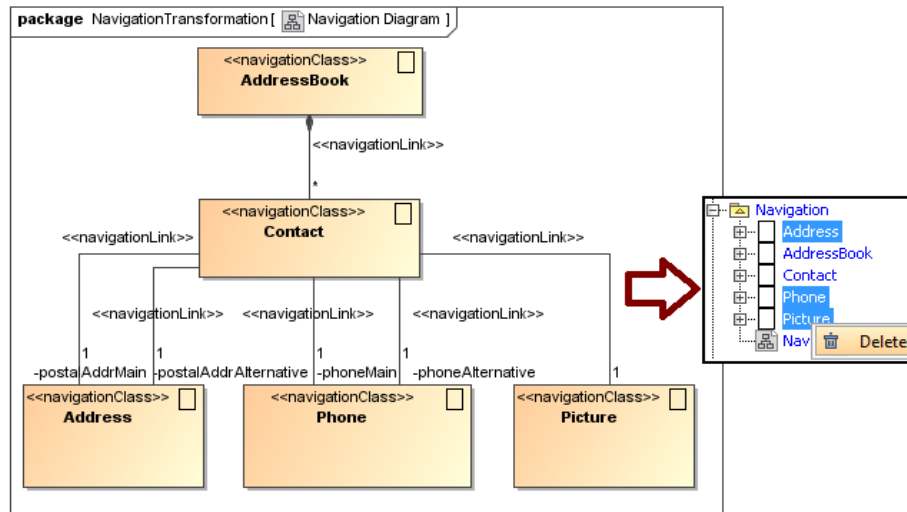
**Nota:** Tomado de UWE – UML-based Web Engineering, s.f.)

### 2.22.1.3. Modelo de navegación

Éste modelo indica como el sistema de páginas web del sitio se encuentra relacionado internamente, especifica las rutas de navegación del contenido de una aplicación Web. El modelado consiste en generar un diagrama de clases estereotipado con estereotipos de UWE donde cada clase representa una página WEB o elemento de navegación, empleando nodos que representan la información del modelo de contenido y los enlaces (links) expresan las rutas de navegación entre los nodos.

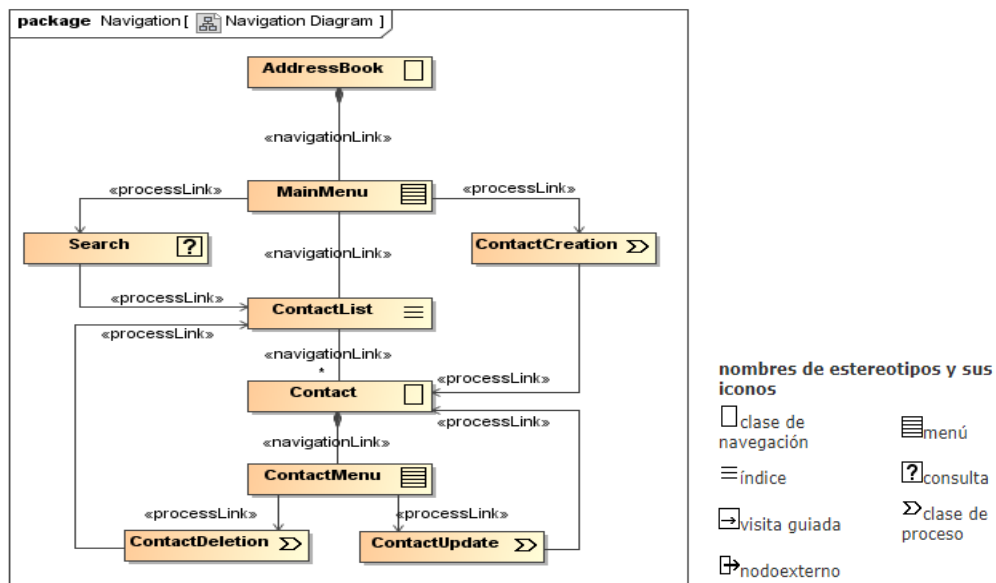
Para nodos y enlaces se utilizan los estereotipos «navigationClass» y «navigationLink».

**Figura 22:** Modelo de transformación de contenido a navegación



**Nota:** Tomado de UWE – UML-based Web Engineering, s.f.)

**Figura 23:** Modelo de Navegación



**Nota:** Tomado de UWE – UML-based Web Engineering, s.f.)

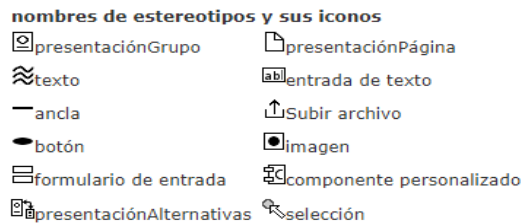
#### 2.22.1.4. Modelo de presentación

Este modelo define la apariencia que pueden tomar los modelos de navegación, se lleva a cabo el modelado de la estructura de cada página web modelada dentro de un diagrama.

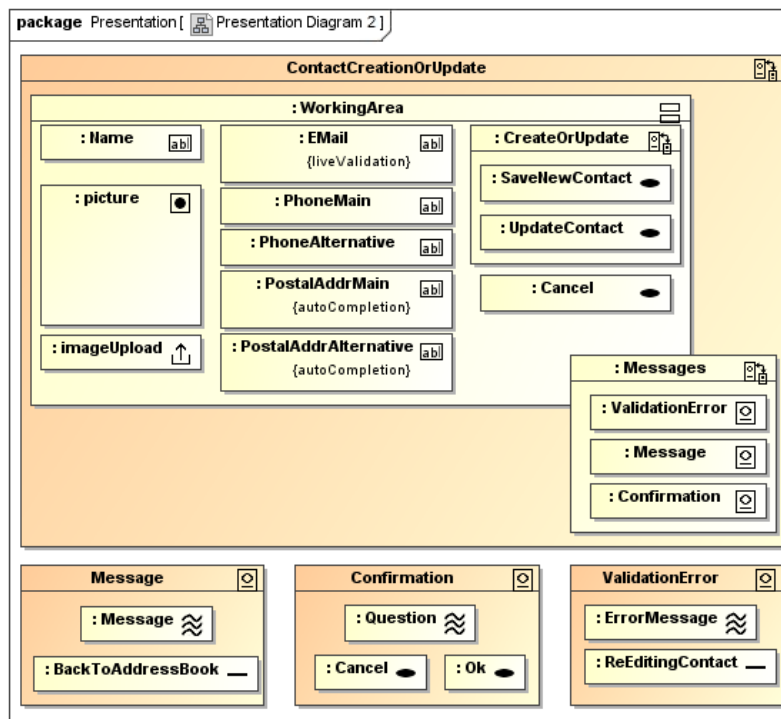


El objetivo es que se modele el diseño de las propiedades y elementos que conforman una página web.

Las clases de presentación representan páginas Web que están compuestas de elementos de IU y otras clases de presentación. Los elementos de IU “User Interface Elements” son clases especializadas que representan los elementos de interface en una página Web.



**Figura 24:** Modelo de presentación



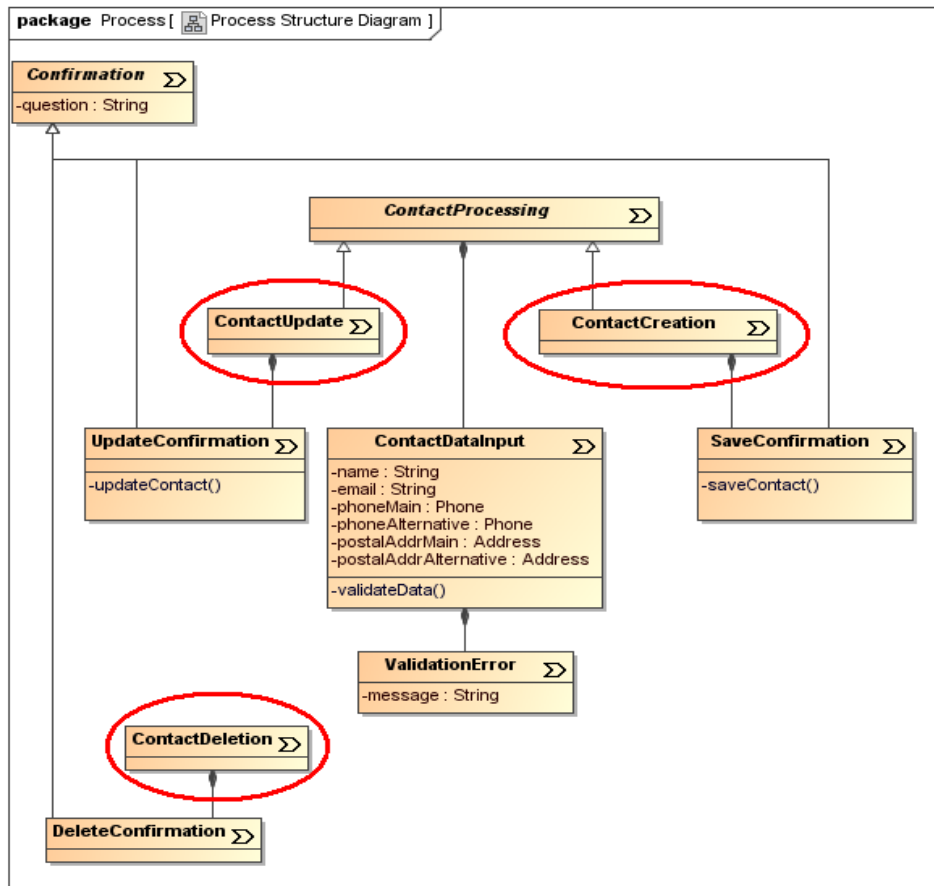
**Nota:** Tomado de UWE – UML-based Web Engineering, s.f.)

### 2.22.1.5. Modelo de proceso

Este modelo especifica las acciones que realiza cada clase de proceso desde dos puntos de vista: Desde el punto de vista de la Estructura del Proceso que describe las

relaciones entre las diferentes clases de proceso. Desde el punto de vista del Flujo del Proceso que especifica las actividades conectadas con cada clase de proceso. Se modela mediante un diagrama de actividades de UML, y es resultado de refinar el diagrama de actividades modelado durante la especificación de requerimientos.

**Figura 25:** Modelo de proceso



**Nota:** Tomado de UWE – UML-based Web Engineering, s.f.

### 2.22.2. Fases de UWE

UWE cubre todo el ciclo de vida de este tipo de aplicaciones centrando además su atención en aplicaciones personalizadas o adaptativas.

Las fases o etapas a utilizar son:

**1) Captura, análisis y especificación de requisitos:** En simple palabras y básicamente, durante esta fase, se adquieren, reúnen y especifican las características funcionales y no funcionales que deberá cumplir la aplicación web.

Los requisitos no funcionales son restricciones sobre los requisitos funcionales tales como los relativos al rendimiento, nivel de soporte a errores operativos, plataformas de desarrollo, relaciones internas o ligas entre la información (entre registros o tablas de datos) a almacenar en caso de bases o bancos de datos.

Los requisitos funcionales describen los servicios (funciones) que se esperan del sistema tales como opciones secundarias o de soporte necesarias para una mejor o más sencilla operatividad.

**2) Diseño del sistema:** Se basa en la especificación de requisitos producido por el análisis de los requerimientos (fase de análisis), el diseño define cómo estos requisitos se cumplirán, la estructura que debe darse a la aplicación web.

- Diagrama de casos de uso.
- Diagrama conceptual.
- Diagrama físico.
- Diagrama de clases.
- Modelo Navegacional.
- Modelo de Presentación.

**3) Codificación del software:** Durante esta etapa se realizan las tareas que comúnmente se conocen como programación; que consiste, esencialmente, en llevar a código fuente, en el lenguaje de programación elegido, todo lo diseñado en la fase anterior.

**4) Pruebas:** Las pruebas se utilizan para asegurar el correcto funcionamiento de secciones de código.

**5) La Instalación o Fase de Implementación:** es el proceso por el cual los programas desarrollados son transferidos apropiadamente al computador destino, inicializados, y, eventualmente, configurados; todo ello con el propósito de ser ya utilizados por el

usuario final. Esto incluye la implementación de la arquitectura, de la estructura del hiperespacio, del modelo de usuario, de la interfaz de usuario, de los mecanismos adaptativos y las tareas referentes a la integración de todas estas implementaciones.

**6) El Mantenimiento:** es el proceso de control, mejora y optimización del software ya desarrollado e instalado, que también incluye depuración de errores y defectos que puedan haberse filtrado de la fase de pruebas de control.

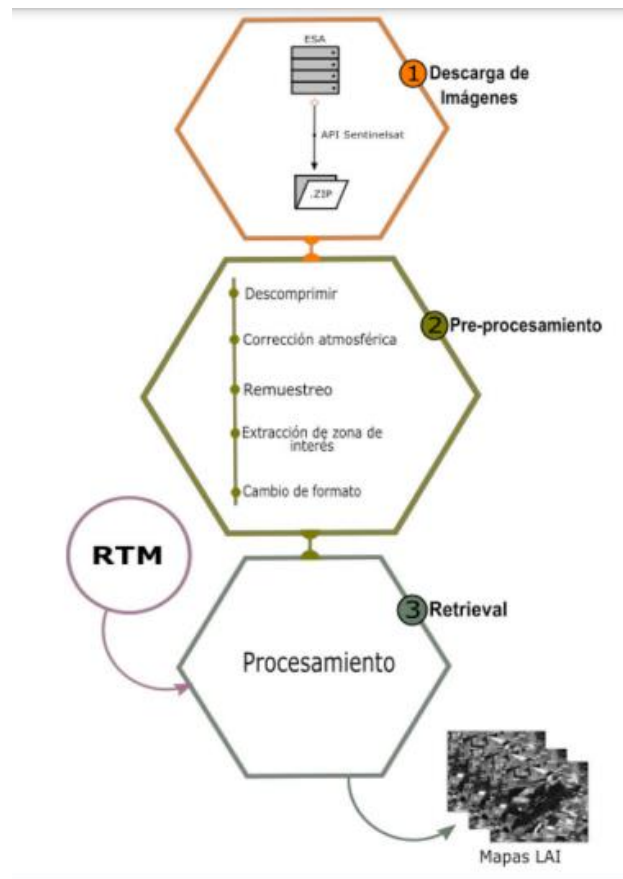
(Galiano, 2012).

### **2.23. METODOLOGÍA DE TELEDETECCIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE**

Una definición general de Teledetección es “la ciencia y la tecnología por medio de la cual las características de los objetos de interés pueden ser identificados, medidos o se pueden analizar sus características sin contacto directo” (JARS, 1993).

Normalmente, la teledetección es la medición de la energía que es emanada desde la superficie de la Tierra. Si la fuente de la energía medida es el Sol, entonces es llamada teledetección pasiva, y el resultado de esta medición puede ser una imagen digital (Richards and Jia, 2006). Si la energía medida no es emitida por el Sol y es emitida desde el sensor de la plataforma es definida como teledetección activa, como los sensores de radar que trabajan en el rango de las microondas (Richards y Jia, 2006).

**Figura 26:** Metodología De Teledetección Para El Análisis De Las Imágenes De Satélite



**Nota:** Tomado de Ingenieros, 2011

### 1. Fase de descarga de imágenes

Se realiza la descarga de imágenes de la plataforma de Google Earth Engine donde se encuentran almacenadas todas las imágenes captadas por los satélites, a través de las API Landast, Modis, Sentinel.

### 2. Fase de Pre- procesamiento

Consiste en corregir los errores, aplicar correcciones que implica la manipulación e interpretación de imágenes satelitales, se ilustran los métodos y algoritmos que se utilizan para aplicar correcciones geo-radiométricas, consiste en 3 etapas:

- **Corrección atmosférica.** Las imágenes descargadas pueden contener información no deseada como nubosidad, por lo que es importante eliminar este tipo de información.
- **Re-muestreo.** El re muestreo consiste en homogenizar la resolución espacial de las imágenes descargadas.
- **Extracción de la zona de interés.** Se extrae solamente la zona de interés con la finalidad de reducir el tamaño, peso y para que el procesamiento sea más rápido.

### **3. Fase Retrieval**

En esta fase se realiza la recuperación de las imágenes pre-procesadas con las cuales se generan los mapas de la zona de interés a ser estudiada.

## **2.24. MÉTRICA DE CALIDAD AL SOFTWARE**

### **2.24.1. Estándar ISO/IEC 25000.**

ISO/IEC 25000, conocida como SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation), es una familia de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software.

La familia ISO/IEC 25000 es el resultado de la evolución de otras normas anteriores, especialmente de las normas ISO/IEC 9126, que describe las particularidades de un modelo de calidad del producto software, e ISO/IEC 14598, que abordaba el proceso de evaluación de productos software. Esta familia de normas ISO/IEC 25000 se encuentra compuesta por cinco divisiones. (ISO/25000, s.f.).

Es una familia de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software, hacer una evaluación más precisa del producto, especificando en indicadores que apunten al mejoramiento integral.

**Figura 27:** ISO 25000



**Nota:** Tomado de ISO 25000, s.f.

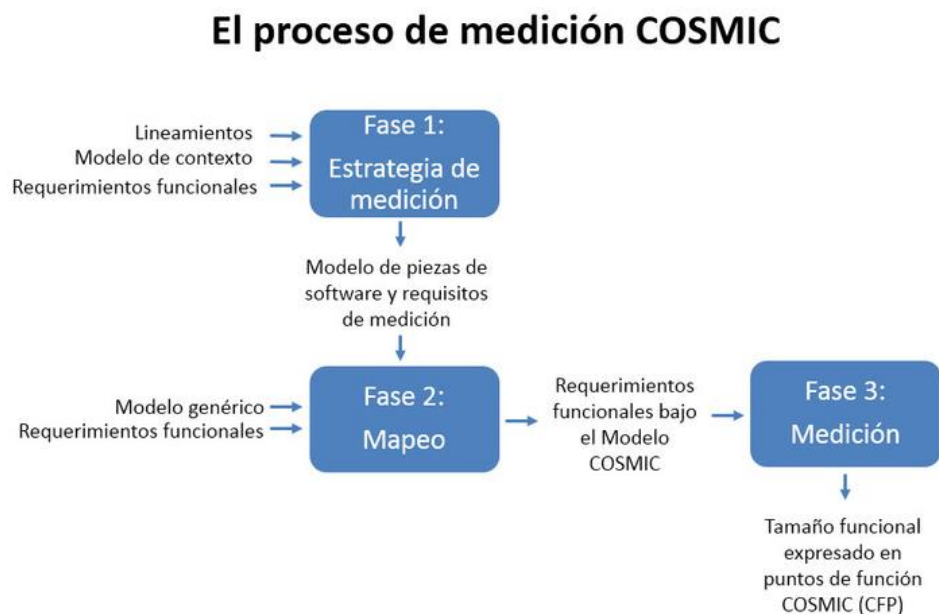
- **Funcionalidad**, capacidad del software de proveer los servicios necesarios para cumplir con los requisitos funcionales.
- **Fiabilidad**, capacidad del software de mantener las prestaciones requeridas del sistema, durante un tiempo establecido y bajo un conjunto de condiciones definidas.
- **Eficiencia**, relación entre las prestaciones del software y los requisitos necesarios para su utilización.
- **Usabilidad**, esfuerzo requerido por el usuario para utilizar el producto satisfactoriamente.
- **Mantenibilidad**, esfuerzo necesario para adaptarse a las nuevas especificaciones y requisitos del software.
- **Portabilidad**, capacidad del software para ser transferido de un entorno a otro.

(Garzas, 2012)

## 2.25. ESTIMACIÓN DE COSTOS COSMIC

El método de Medición de COSMIC es la segunda generación de métodos de medición de tamaño funcional. Éste ofrece un nivel de confiabilidad compatible con todos los tipos de software. Es de dominio público y el acceso a su documentación no tiene costo. El método tiene reconocimiento total de la ISO/IEC. Posee una base conceptual compatible con la ingeniería de software moderna. Los métodos anteriores no siempre tienen una aplicación amplia o suficiente para atender las necesidades del mercado ni funcionan apenas con acceso restringido. La planeación y medición del desempeño tiene mayor exactitud y además tiene la habilidad de capturar el tamaño a partir de múltiples perspectivas. (Vazquez, s.f.).

**Figura 28:** *Fases de medición*



**Nota:** Tomado de PMOinformatica, 2018

### Visión general del método de medición

#### Objetivo de la medición

Toda medición depende de los objetivos que la motivaron, el primer insumo en la medición del tamaño funcional usando el método de COSMIC es su objetivo.



## **Requerimientos funcionales**

El objetivo de la medición son los requerimientos funcionales. Cuando se trata de una función, se debe considerar su usuario, ya que los requerimientos funcionales describen lo que el software debe hacer para sus usuarios. Ellos son los destinatarios y remitentes de los datos del software que está siendo medido. Teniendo el usuario como referencia, la medición debe desconsiderar aspectos técnicos o de calidad que influyen en cómo se mide el software. Por esto, la función es relativa al proceso de información que el software debe ejecutar para sus usuarios.

## **La medición**

El método de medición consiste en un conjunto de modelos, principios, reglas y procedimientos que se aplican a los dos insumos mencionados anteriormente. Todo esto, con el propósito de generar el valor de una magnitud para la funcionalidad entregada por el software expresado en puntos de función COSMIC.

## **El resultado de la medición**

El resultado de la medición es el valor de una cantidad de funcionalidad entregada por el software en puntos de función COSMIC.

## **Tipos de requerimientos**

- **Requisitos no funcionales NFR**

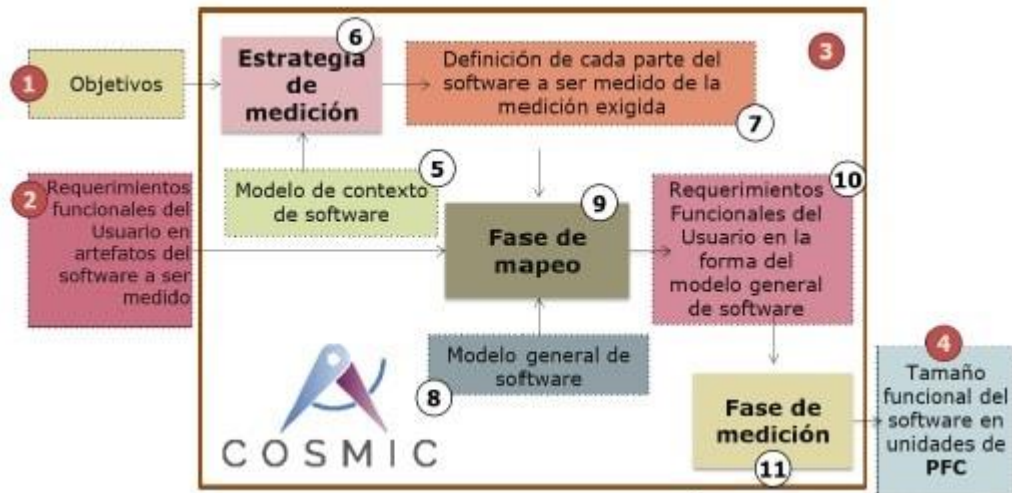
Cualquier otro requisito o restricción de orden general en el sistema o proyecto, excepto aquellos que evolucionan en FUR.

- **Requisitos funcionales FUR**

Requisitos específicos de una tarea o servicio del usuario describiendo lo que el software debe hacer.

## Proceso de medición

Figura 29: El proceso de medición COSMIC.



**Nota:** Tomado de Vázquez, 2015

### 2.25.1. Método COSMIC. Fase 1: Estrategia de medición

Lo primero que se realiza en una medición y estimación de software con COSMIC, es determinar qué es lo que se va a medir.

Técnica de medición estándar de las funciones de un software desde el punto de vista de un usuario o método estándar de medición de software que cuantifica los Requisitos Funcionales del Usuario (FUR).

Una medición de software depende del punto de vista de lo que definimos como usuarios funcionales, por ejemplo, personas, dispositivos de hardware u otros sistemas que interactúan con el software.

En esta primera fase se define el propósito y alcance de la medición de software, que incluye cuales son los requerimientos funcionales de usuario que se van a medir, quienes son los usuarios funcionales y otros parámetros. Previo a esto, es necesario haber aplicado técnicas para el levantamiento de requerimientos de software.

Es importante dejar documentados los parámetros de la medición de software, para asegurar que esta pueda ser interpretada adecuadamente por quienes harán uso de ella para realizar las estimaciones y presupuestos.

### **2.25.2. Método COSMIC. Fase 2: Mapeo**

En una medición COSMIC, el mapeo se realiza para crear un modelo COSMIC de los requerimientos funcionales de usuario.

El punto de partida para el mapeo son los artefactos disponibles, como por ejemplo un esquema o especificación de requerimientos detallada, modelos de diseño como por ejemplo los casos de uso, software que está instalado físicamente, entre otros.

Para elaborar este modelo, se utilizan los principios del Modelo genérico de software COSMIC, aplicados a los requerimientos de software que se van a medir.

El modelo de requerimientos de software COSMIC tiene 4 principios:

- La funcionalidad de software está comprendida de procesos funcionales. La tarea de cada proceso funcional es responder a un evento ocurrido fuera de la frontera del sistema (el mundo de los usuarios funcionales).
- Los procesos funcionales están compuestos de sub-procesos:  
Cada sub-proceso puede mover datos o manipular datos.
  - Los sub-procesos de movimiento de datos que mueven datos de un usuario funcional a un proceso funcional se les llaman “Entradas”.
  - Los sub-procesos que mueven datos desde un proceso funcional hacia el exterior se les llaman salidas.
  - Los sub-procesos que mueven datos hacia un almacén de datos se les llaman “Escrituras” mientras que a los que mueven datos desde dichos almacenes se les conoce como "lecturas".
- Cada movimiento de datos (Entrada, salida, lectura o escritura) moviliza solamente un grupo de datos, cuyos atributos describen un solo objeto de interés.

- Se asume que la manipulación de datos forma parte de las entradas, salidas, lecturas o escrituras, por lo tanto, estas no se miden por separado (En la medición solo se cuentan los movimientos de datos).

Se entiende que un proceso funcional termina su ejecución cuando ha realizado todos los sub-procesos necesarios para responder a los datos que recibió del evento.

### **2.20.3. Método COSMIC. Fase 3: Medición**

La unidad de medida del método COSMIC es el “punto de función COSMIC” (CFP). Cada movimiento de datos es medido como un (1) CFP es la unidad de medida del método.

La medición de la nueva pieza de software se realiza identificando todos los movimientos de datos, es decir todas las entradas, salidas, lecturas y escrituras de cada proceso funcional. Luego sumándolas todas.

Todo proceso funcional debe tener al menos dos movimientos de datos (al menos una entrada y una salida o una escritura). Solo de esta forma se garantiza que el proceso funcional modelado proporciona un servicio completo. Por lo tanto, el tamaño funcional mínimo de un proceso es de 2 CFP.

No existe un límite superior al tamaño de un proceso funcional.

Para realizar mediciones sobre mejoras a piezas de software existente, se identifican todos los movimientos de datos que se van a agregar, modificar o eliminar, sumándolos todos en cada uno de sus procesos funcionales. El tamaño mínimo de una modificación es de un CFP.

La medición se realiza con el objetivo de:

- Evaluar el desempeño mediante la relación entre la cantidad de horas invertidas y la cantidad de puntos función COSMIC medidos.
- Re-evaluar los indicadores de productividad para que pasen a incluir el desempeño del proyecto que acaba de terminar.

- Re-evaluar la cantidad de puntos función COSMIC que corresponden en promedio a los procesos y a los conceptos de negocio conforme al nivel de información disponible en los diferentes puntos que se desea estimar.

$$\text{Costo por punto de funcion} = \frac{\text{Costo mes del equipo de trabajo}}{\text{Puntos de funcion del mes}}$$

$$\text{Costo de software} = \text{Tamaño del software} * \text{Costo por punto de funcion}$$

$$\text{Duracion del desarrollo de software} = \frac{\text{Puntos de funcion de COSMIC}}{\text{Puntos de funcion COSMIC mes}}$$

## 2.21. HERRAMIENTAS

### 2.21.1. JavaScript.

JavaScript es un lenguaje de «scripting» (una programación ligera) interpretado por casi todos los navegadores, que permite añadir a las páginas web efectos y funciones adicionales a los contemplados en el estándar HTML. (Rodríguez, 2005).

JavaScript es el nombre de un lenguaje de programación: es decir, un lenguaje formal que brinda instrucciones a una computadora (ordenador) para generar ciertos datos. Se utiliza sobre todo para producir recursos interactivos en una página web. (Pérez y Gardey, 2018).

Javascript fue creado por la compañía de software “Netscape Corporation” para que fuese colocado en su navegador 2.0 y que gracias a su simplicidad, aún continúa siendo una de las herramientas de gran utilidad, para la creación de páginas web que posean algo más que texto.

#### Características

- Es simple, no hace falta tener conocimientos avanzados de programación para aprender a manejar JavaScript y es recomendado por muchos expertos a la hora de encontrar un lenguaje para comenzar a programar.
- Maneja objetos dentro de la página Web y sobre ese objeto podemos definir diferentes eventos que facilitan la programación de páginas interactivas, a la vez

que evita la posibilidad de ejecutar comandos que puedan ser peligrosos para el equipo del usuario, tales como formateo de unidades, modificar archivos y mucho más.

- Es dinámico, responde a eventos en tiempo real como presionar un botón, pasar el puntero del mouse sobre un determinado texto o el simple hecho de cargar la página o caducar un tiempo. Con esto podemos cambiar totalmente el aspecto de nuestra página al gusto del usuario, evitándonos tener en el servidor una página para cada gusto, está formado en su totalidad por objetos.
- Existen un montón de tecnologías utilizadas en varios campos basadas en JavaScript, algunos ejemplos son Node, Vue o React, este último creado por Facebook.
- JavaScript usa prototipos en vez de clases para el uso de herencia.
- Es compatible con gran parte de la estructura de programación de C (sentencias if, bucles for, sentencias switch, etc.).

## Sintaxis

Las normas básicas que definen la sintaxis de JavaScript son las siguientes:

- **No se tienen en cuenta los espacios en blanco y las nuevas líneas:** como sucede con XHTML, el intérprete de JavaScript ignora cualquier espacio en blanco sobrante, por lo que el código se puede ordenar de forma adecuada para entenderlo mejor (tabulando las líneas, añadiendo espacios, creando nuevas líneas, etc.).
- **Se distinguen las mayúsculas y minúsculas:** al igual que sucede con la sintaxis de las etiquetas y elementos XHTML. Sin embargo, si en una página XHTML se utilizan indistintamente mayúsculas y minúsculas, la página se visualiza correctamente, siendo el único problema la no validación de la página. En cambio, si en JavaScript se intercambian mayúsculas y minúsculas el script no funciona.
- **No se define el tipo de las variables:** al crear una variable, no es necesario indicar el tipo de dato que almacenará. De esta forma, una misma variable puede almacenar diferentes tipos de datos durante la ejecución del script.

- **No es necesario terminar cada sentencia con el carácter de punto y coma (;):** en la mayoría de lenguajes de programación, es obligatorio terminar cada sentencia con el carácter (;). Aunque JavaScript no obliga a hacerlo, es conveniente seguir la tradición de terminar cada sentencia con el carácter del punto y coma (;).
- **Se pueden incluir comentarios:** los comentarios se utilizan para añadir información en el código fuente del programa. Aunque el contenido de los comentarios no se visualiza por pantalla, sí que se envía al navegador del usuario junto con el resto del script, por lo que es necesario extremar las precauciones sobre la información incluida en los comentarios.
- Variables: `var = "Hola", n=103`
- Condiciones: `if(i<10){ ... }`
- Ciclos: `for(i; i<10; i++){ ... }`
- Arreglos: `var miArreglo = new Array("12", "77", "5")`
- Funciones: Propias del lenguaje y predefinidas por los usuarios
- Comentarios para una sola línea: `// Comentarios`
- Comentarios para varias líneas:  
`/*Comentarios*/`
- Permite la programación orientada a objetos: `document.write("Hola");`
- Las variables pueden ser definidas como: `string`, `integer`, `float`, `boolean` simplemente utilizando `"var"`. Podemos usar `"+"` para concatenar cadenas y variables.

### **Clases del lenguaje**

- **Arrays.-** Permite almacenar un conjunto de datos homogéneo, es decir, todos ellos del mismo tipo y relacionados.
- **Boolean.-** Es una clase de JavaScript que permite crear valores booleanos a partir de valores no booleanos.
- **Date.** Representa fecha y hora de un instante dado.

- Function.- Permite la creación de funciones, ya sean con nombre o anónimas.
- Math.- Proporciona los mecanismos para realizar operaciones matemáticas.
- Number.- Proporciona el manejo de datos y constantes numéricas.
- Object.- Un objeto es una entidad independiente con propiedades y tipos.
- Strings.- Se usa para manipular cadenas de caracteres.

### **2.21.2. Servidor Virtual Privado VPS**

La división del servidor dedicado en partes muchos más grandes que un hosting hacen a los vps en servidores semicompartidos porque comparte menos recursos que un servidor compartido, permitiendo que cada vps puede usar un sistema operativo diferente, recursos y banda ancha diferente, pero dependiendo así del servidor dedicado (Cedeño, 2015).

Un VPS o Servidor Privado Virtual es un tipo de hosting que te proporciona una partición privada con recursos dedicados dentro de un servidor que tiene múltiples usuarios (Deyimar, 2023)

Un VPS es un servidor que puede partirse en varios servidores y permite hospedar sitios web u otra aplicación de manera segura puede funcionar bajo su propio sistema operativo y ofrecen mayor espacio para su almacenamiento.

### **2.21.3. Visual Studio Code.**

Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft. Es software libre y multiplataforma, está disponible para Windows, GNU/Linux y macOS. VS Code tiene una buena integración con Git, cuenta con soporte para depuración de código, y dispone de un sinnúmero de extensiones, que básicamente te da la posibilidad de escribir y ejecutar código en cualquier lenguaje de programación (Flores, 2022)

#### **Características de Visual Studio Code**

- Tiene soporte nativo que tiene compatibilidad con múltiples lenguajes de programación.



- Visual Studio Code ayuda a detectar errores, cuenta con extensiones que ayudan a trabajar de manera más rápida y eficaz, además se puede configurar los temas a diferentes maneras.
- Se pueden abrir varios proyectos que contengan múltiples archivos/carpetas. Estos proyectos/carpetas pueden o no estar relacionados entre sí.

#### **2.21.4. QGIS.**

Quantum GIS (QGIS) es un Sistema de Información Geográfica de código abierto. El proyecto nació en mayo de 2002 y se estableció como un proyecto en SourceForge en junio del mismo año. QGIS actualmente corre en la mayoría de plataformas Unix, Windows, y OS X. QGIS está desarrollado utilizando el conjunto de herramientas Qt y C++. Esto significa que QGIS es ágil en su uso y tiene una agradable y fácil interfaz gráfica para el usuario (GUI). QGIS pretende ser un fácil uso de los GIS, proporcionando funciones y características comunes. (Slideshare., 2018).

QGIS es un Sistema de Información Geográfica de código abierto. El proyecto nació en mayo de 2002 y se estableció como un proyecto en SourceForge en junio del mismo año. Fue uno de los primeros ocho proyectos de la Fundación OSGeo y en 2008 oficialmente superó la fase de incubación.

- QGIS actualmente funciona en la mayoría de plataformas Unix, Windows, GNU/Linux, BSD, macOS y Android en fase experimental.
- QGIS ha alcanzado un punto en su evolución en el que está siendo usado por muchos para sus necesidades diarias de visualización de datos SIG.
- QGIS admite diversos formatos de datos ráster y vectoriales, pudiendo añadir nuevos formatos usando la arquitectura de complementos.
- QGIS se distribuye bajo la Licencia Pública General GNU (GPL). El desarrollo de QGIS bajo esta licencia significa que se puede revisar y modificar el código fuente y garantiza que usted, como usuario, siempre tendrá acceso a un programa de SIG que es libre de costo y puede ser libremente modificado.

## **Características de Qgis.**

- Soporte a datos vectoriales y raster.
- Soporte a tablas de datos no espaciales.
- Integración con GRASS.
- Herramientas para la digitalización de información.
- Herramientas impresión de mapas.
- Soporte a WMS y WFS.
- Edición de datos.
- Proyección de datos al vuelo.
- Etiquetado de elementos.

## **Funciones de Qgis**

- Herramientas de digitalización para formatos reconocidos OGR y capas vectoriales GRASS.
- Capacidad para crear y editar archivos shape y capas vectoriales GRASS.
- Complemento de georeferenciador para geocodificar imágenes.
- Herramienta GPS para importar y exportar formato GPX y convertir otros formatos GPS a GPX o descargar o subir directo a la unidad GPS (en Linux, usb se agregó a la lista de objetos GPS.).
- Apoyo para visualizar y editar datos de OpenStreetMap.
- Capacidad para crear tablas de base de datos espaciales desde archivos shape con el complemento de Administrados de BBDD.
- Mejor manejo de tablas de bases de datos espaciales.
- Herramientas para la gestión de tablas de atributos vectoriales.
- Opción para guardar capturas de pantalla como imágenes georeferenciadas.

- Herramienta para exportar DXF con capacidades aumentadas de explorar estilos y plugins que realizan funciones parecidas a CAD.

**GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)** es un software SIG bajo licencia *GNU General Public License (GPL)*. Puede soportar información tanto *ráster* como vectorial y transformarla en ambos formatos, posee herramientas de procesado digital de imágenes. Es el programa ideal para usar en aplicaciones ingenieriles y de planificación territorial.

**GPS o sistema de posicionamiento global**, es un sistema de navegación global por satélite que proporciona información relativa a ubicación, velocidad y sincronización horaria. Este sistema está constituido por tres segmentos: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento del usuario.

**GPX es** un formato de archivo que permite almacenar, intercambiar y procesar información de mapas en dispositivos GPS (geodatos), teléfonos inteligentes y computadoras. Incluye soporte para caminos, rutas y puntos de acceso. Se trata de un formato abierto y de dominio público sin tarifas de licencia.

**OpenStreetMap (OSM)** es un proyecto colaborativo para crear mapas y ofrecer datos geográficos editables y libres, que está siendo en gran medida elaborado desde cero por voluntarios y publicado con una licencia de contenido abierto.

**SHAPEFILE** es un formato de almacenamiento de datos vectoriales de Esri para almacenar la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas. Se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas).

**DXF drawing exchange format",** o bien dibujo de intercambio de formato según su traducción, se usa para dibujos o diseños asistidos por computadora, es decir, para CAD. Autodesk, la propietaria y desarrolladora del famoso software AutoCAD, fue la que creó este formato.

**CAD computer-aided design,** (diseño asistido por computadora) ayuda en la creación, modificación, análisis u optimización de un diseño ya sea en 2D y 3D. Es utilizado actualmente en múltiples áreas de la industria como la industria mecánica,

automotriz, naval, aérea, aeroespacial, de medicina, de construcción y arquitectura, tecnología de información, publicidad, moda, interiorismo.

#### **2.21.5. XAMPP.**

XAMPP es una distribución de Apache que incluye varios softwares libres y programas que lo componen (Linux, Apache, Mysql/ MariaDB, PHP, Perl), que permite la creación y prueba de páginas web u otros elementos de programación sin tener acceso a internet.

El nombre de XAMPP se origina de las principales herramientas que contiene.

X: Hace referencia a los diferentes sistemas operativos como ser: Linux, Windows, Ubuntu, etc.

A: Apache es el servidor web de código abierto que es usado para la entrega de contenidos web.

M: Cuenta con las bases de datos más populares del mundo como ser Mysql y en las versiones más recientes se incorporó MariaDB.

P: Xampp utiliza el lenguaje de programación PHP que es muy conocido y soporta varios sistemas bases de datos.

P: Perl es otro lenguaje de programación de Xampp, pero esta vez enfocado en la administración del sistema y programación de red.

#### **2.21.6. Google Earth Engine.**

Google Earth Engine es una plataforma de geomática basada en la nube que permite a los usuarios visualizar y analizar imágenes de satélite de nuestro planeta. Los científicos y las organizaciones sin ánimo de lucro utilizan Google Earth Engine para llevar a cabo estudios de teledetección remota, predecir brotes de enfermedades, gestionar recursos naturales, etc. Los estudiantes pueden acceder a esta información para participar en los debates y convertirse en científicos de datos.

Google Earth Engine (GEE) es una plataforma web que provee imágenes satelitales, datos vectoriales, computación en la nube y posibilita el acceso a algoritmos para el procesamiento de esos datos (Kumar & Mutanga, 2018). GEE combina un catálogo de imágenes satelitales y de datasets geográficos de un volumen de varios peta bytes de información, comprende una capacidad de análisis a escala global y está orientado para ser usado por científicos, investigadores y desarrolladores para detectar cambios, tendencias y cuantificar las diferencias que ocurren sobre la superficie terrestre (Google, 2019). (Arenas et al., 2019).

Podemos dividir los diferentes algoritmos en categorías:

- **Machine Learning:** realizar clasificación supervisada y no supervisada, modelos de TensorFlow.
- **Imágenes:** Resumen de imagen, visualización, información y metadatos, operaciones matemáticas, cálculo de gradientes, transformaciones espectrales.
- **Colecciones de imágenes:** información y metadatos, filtrado, mosaicado, visualización.
- **Geometrías, objetos geográficos y colecciones de objetos geográficos:** operaciones geométricas, filtros, interpolaciones de vectorial a raster.
- **Reducciones:** estadísticas de la región de una imagen, conversión vectorial a raster y viceversa, regresión lineal.
- **Uniones:** uniones simples, uniones espaciales, uniones internas.
- **Gráficos:** histogramas, series de tiempo en regiones de imágenes, gráficos de series de tiempo.
- **Matrices:** transformación de matrices.
- **Algoritmos especializados:** algoritmos Landsat y Sentinel-1.
- **Gestión de activos:** importación de archivos raster, importación de tablas de datos, exportación de datos.

### ¿Qué ventajas tiene esta plataforma?

- Earth Engine nos permite cargar nuestros propios datos ráster y vectoriales (por ejemplo, archivos GeoTIFF o Shapefile) para realizar los análisis.

- Acceso a un catálogo de datos, que incluye todo el catálogo Landsat de EROS (Earth Resources Observation and Science) (USGS / NASA), numerosos conjuntos de datos MODIS, datos Sentinel 1, 2, 3 y 5P, datos NAIP (National Agriculture Imagery Program), datos de precipitación, datos de temperatura de la superficie del mar, datos climáticos de CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data) y datos de elevación.
- Podemos mostrar los resultados de nuestros análisis en Google Maps o en cualquier otra plataforma de mapas, como ArcGIS o QGIS.
- Earth Engine es gratuito para investigación, educación y para usos sin ánimo de lucro. Para aplicaciones comerciales, se permite la evaluación de Earth Engine. (Morales, s.f.).

#### **2.21.7. GeoServer**

Es un servidor de mapas open source, escrito en Java, de código abierto que permite el intercambio de datos geoespaciales mediante estándares OGC. Está diseñado, para interoperar entre distintas plataformas y publicar datos geoespaciales.

GeoServer es una aplicación compatible con OGC de una serie de estándares abiertos como Web Feature Service (WFS), Web Map Service (WMS) y Web Coverage Service (WCS). (IDE Chile, Infraestructura de Datos Geospaciales, s.f.).

GeoServer es un servidor web que facilita la publicación de datos espaciales en Internet

- Espacio de trabajo: es un contenedor para agrupar capas similares, se pueden almacenar capas y datos asociados a un trabajo.
- Almacén de datos: contiene datos geográficos ya sean raster o vectoriales, pueden ser de tipos de datos PostGIS, GeoTIFF, GeoPackage.
- Capas: una capa son datos raster y vectoriales que contienen elementos geográficos y están asociados a un espacio de trabajo.
- Grupos de capas: pueden ser organizados en una estructura jerárquica permiten distintos tipos de geometría y contenido.

- Estilo: se especifica usando documentos de estilo XML y SLD especificando el estilo de puntos, líneas y polígonos, así como raster y etiquetas de texto.

#### **2.21.8. FileZilla**

FileZilla es una aplicación para la transferencia de archivos por FTP. Es una aplicación gratuita y de código abierto, que comenzó como un proyecto en una clase de computación en enero de 2001. Fue iniciado por Tim Kosee junto con dos compañeros más.

Permite transferir archivos desde una computadora local, hacia uno o más

Servidores FTP (y viceversa) de forma sencilla. (Alegsa, 2010).

FileZilla es uno de los clientes para FTP más populares. Un cliente FTP no es más que una aplicación que se conecta a un servidor FTP para gestionar y acceder a los archivos. Y un servidor FTP es otra aplicación -o servicio- que usa el protocolo FTP (File Transfer Protocol) para compartir archivos con otros usuarios. (Ramírez, 2019).

# **CAPÍTULO III**

## **DISEÑO METODOLÓGICO**





### **3. DISEÑO METODOLÒGICO**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

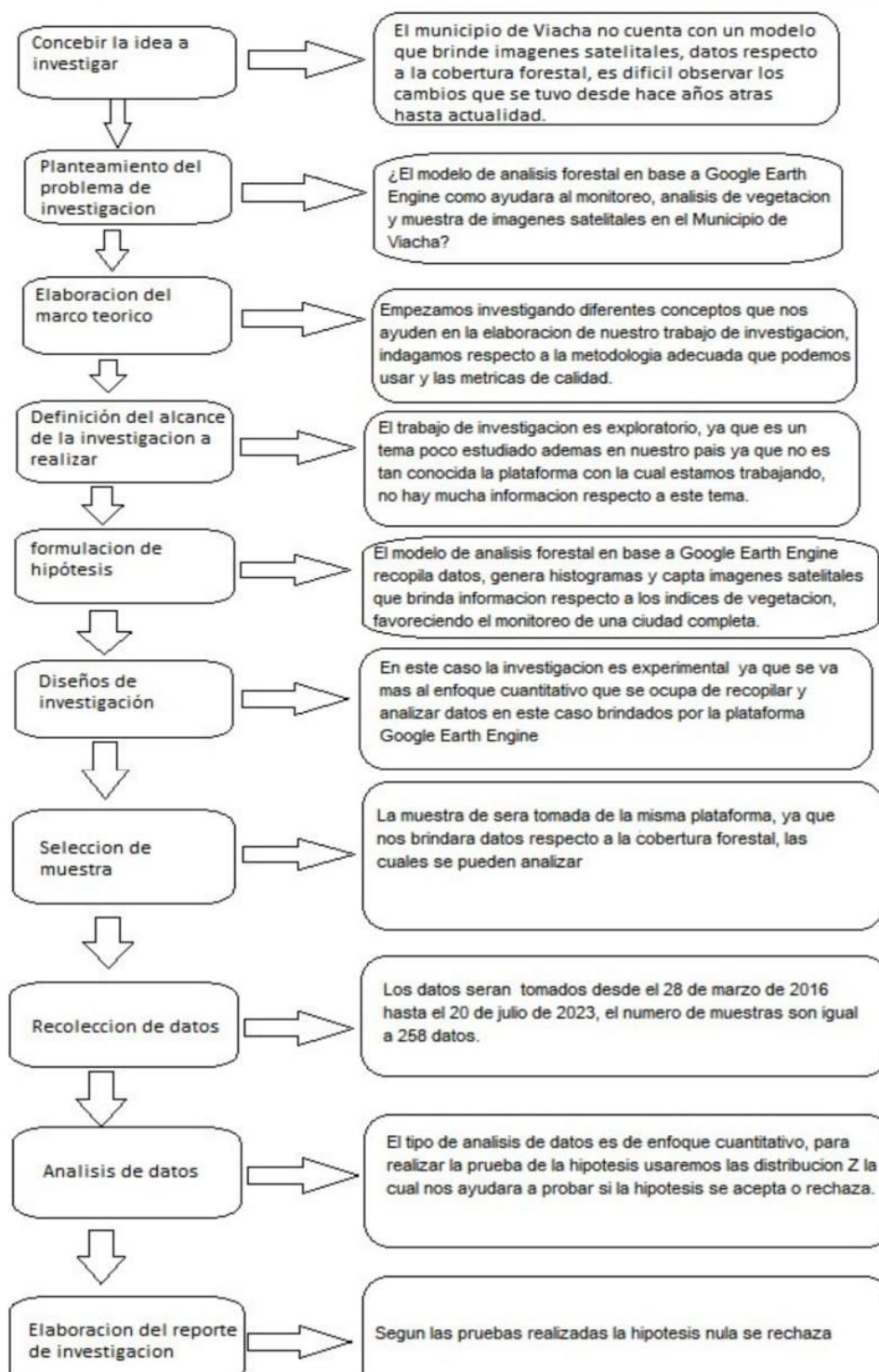
En el presente capítulo se pone en práctica los conceptos de acuerdo a los capítulos anteriores respecto al desarrollo del modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine.

Google Earth Engine que es una plataforma en la nube que nos brinda información, permite visualizar y analizar imágenes satelitales a nivel mundial, cuenta con diferentes ámbitos de estudio ya sea climatológico, hidrológico, focos de calor, sequias, cultivos, cambios en la superficie terrestre.

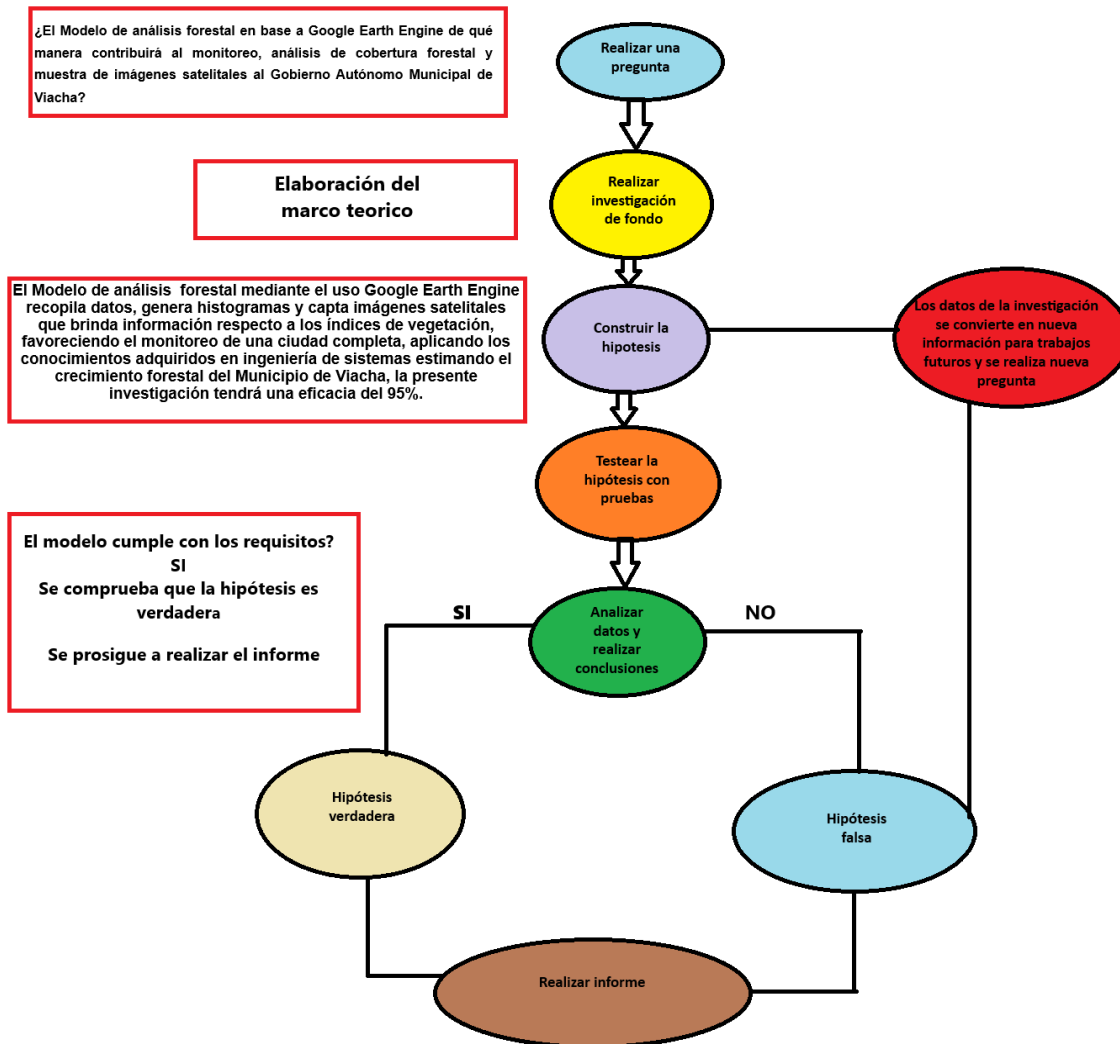
El presente modelo debe ser realizado mediante pasos metodológicos que exige el tratamiento de datos confiables y actualizados para lo cual se considera la metodología de investigación científica que plantea Hernández, Fernández, Baptista

### 3.2 ETAPAS DEL MÉTODO CIENTÍFICO

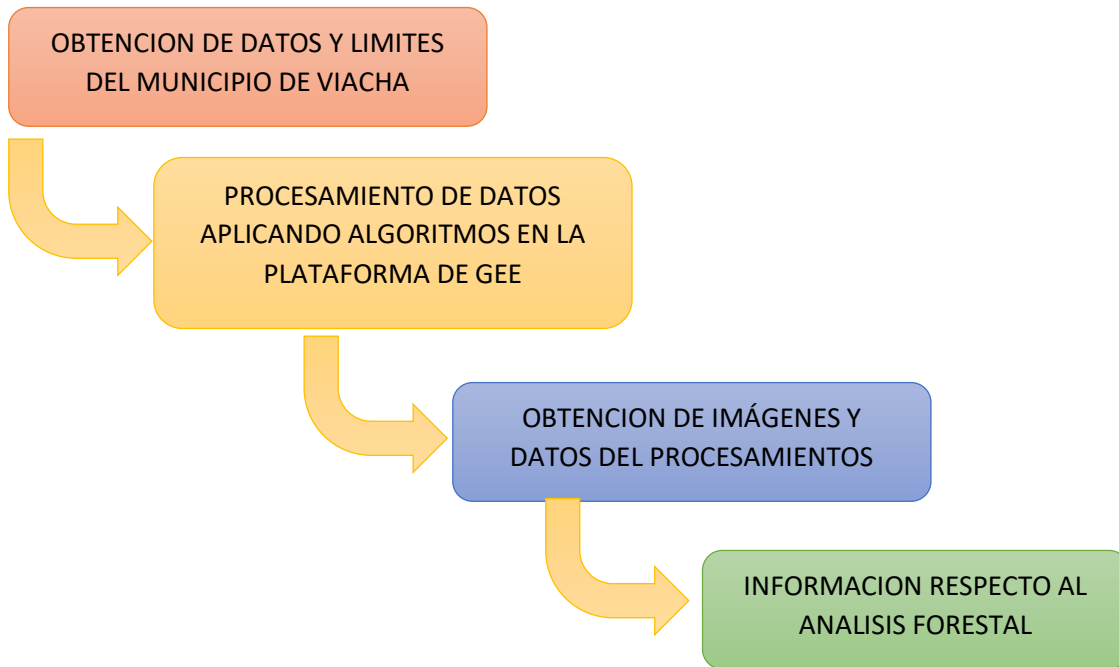
Figura 30: Etapas del método científico



**Figura 31: Esquema del método científico.**



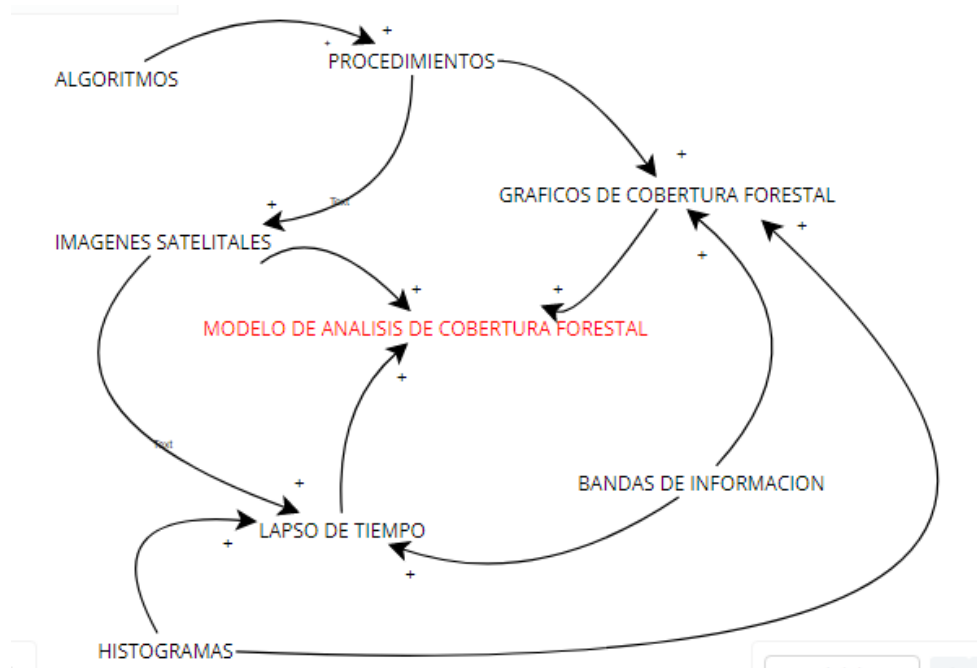
- **Esquema del modelo**



### 3.3 ENFOQUE CAUSAL

Ayuda a probar la relación de causa y efecto de la investigación que se utiliza para comprender que variables son causa de lo que se predice (el efecto).

**Figura 32:** *Diagrama causal*



El trabajo de investigación tiene un nivel de investigación cuantitativo ya que se trabaja con datos numéricos que se obtienen directamente del modelo en diferentes momentos del tiempo, los cuales se pueden comportar de distintas maneras a través del tiempo, (diaria, mensual, semestral, anual, etc) de manera que se pueda probar la hipótesis.

La investigación cuantitativa está directamente basada en la teoría positivista del conocimiento, la cual sostiene que todas las “cosas” o fenómenos que estudiaban las ciencias eran medibles. Este paradigma utiliza preferentemente información cuantitativa o cuantificable para describir o tratar de explicar los fenómenos que estudia. Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

### 3.4 Metodología UWE

Es una metodología detallada que cubre todo el ciclo de vida del software.

#### 3.3.1. Modelo de requisitos:

- **Requerimientos del Usuario**

**Tabla 7** *Requerimientos del usuario*

REF	FUNCION	CATEGORIA
R1.1	Observar imágenes satelitales	Evidente
R1.2	Poseer archivos shp de lugares estratégicos del municipio Viacha	Evidente
R1.3	Obtener datos mediante gráficos estadísticos sobre los índices de vegetación	Evidente
R1.4	Visualizar Time Lapse	Evidente
R1.5	Obtener información respecto al municipio	Evidente

**Nota:** Especifica el comportamiento externo del sistema.

- **Requerimientos Funcionales**

**Tabla 8** *Requerimientos funcionales*

<b>REF</b>	<b>FUNCION</b>	<b>CATEGORIA</b>
R2.1	Los usuarios no tienen la necesidad de logearse	Evidente
R2.2	El modelo actualiza los datos diariamente	Evidente
R2.3	El histograma de índices de vegetación mostrara datos actualizados que podrán ser descargados en png, csv, svg.	Evidente
R2.4	Se observara el time lapse depende de las coordenadas que se les aplique	Evidente
R2.5	Se muestra imágenes satelitales despejadas de nubes menor al 10%	Evidente
R2.6	La información del municipio es obtenida de fuentes confiables	Evidente
R2.7	Las capas disponibles en el Geoserver podrán ser visualizadas y descargadas.	Evidente

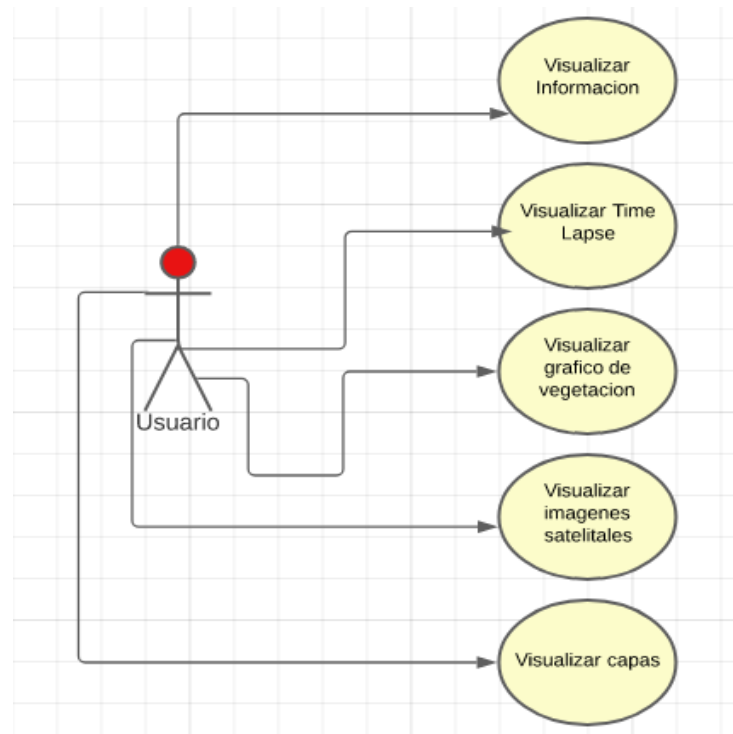
- **Requerimientos no funcionales**

**Tabla 9** *Requerimientos No Funcionales*

<b>REF</b>	<b>FUNCION</b>	<b>CATEGORIA</b>
R3.1	La velocidad de la Apps Google Earth Engine depende de la velocidad del internet	Evidente
R3.2	Exactitud con los datos del histograma de índices de vegetación.	Evidente
R3.3	Enlaza la página web con la plataforma de Google Earth Engine	Evidente
R3.4	Enlaza la página web con el GeoServer	Evidente

### 3.3.2. Casos de Uso

Figura 33: Modelo de Google Earth Engine



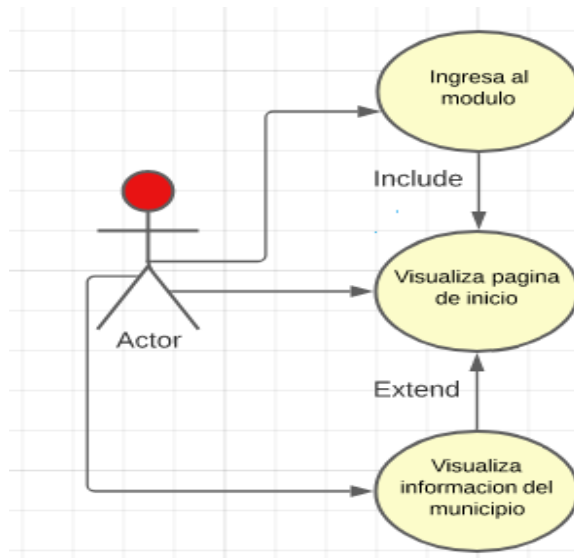
➤ **Descripción de caso de uso: Visualiza información**

Tabla 10 Caso de uso Visualiza información.

<b>Caso de uso</b>	Visualizar información
<b>Actores</b>	Usuarios
<b>Tipo</b>	Opcional
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingresa al módulo.</li><li>• Visualizar la página de inicio.</li><li>• Visualiza la información respecto al municipio.</li></ul>



**Figura 34:** *Visualiza información.*

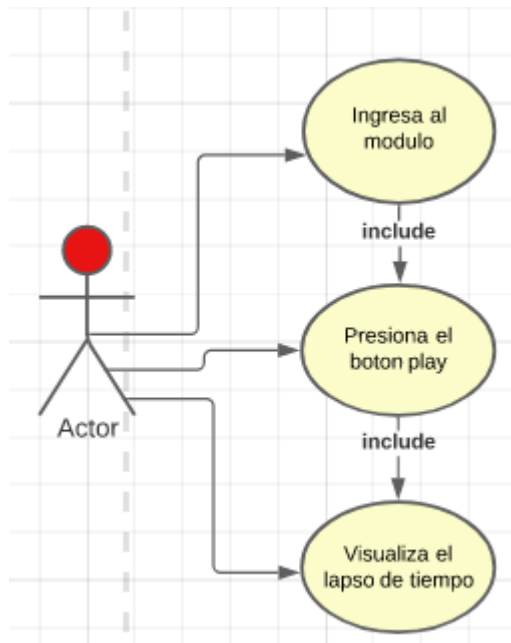


➤ **Descripción de caso de uso: Visualiza Time Lapse**

**Tabla 11** *Caso de uso visualiza Time Lapse*

<b>Caso de uso</b>	Visualizar Time Lapse
<b>Actores</b>	Usuarios
<b>Tipo</b>	Opcional
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresa al módulo.</li> <li>• Presiona el botón play,</li> <li>• Visualiza el lapso de tiempo.</li> </ul>

**Figura 35:** *Visualiza Time Lapse*

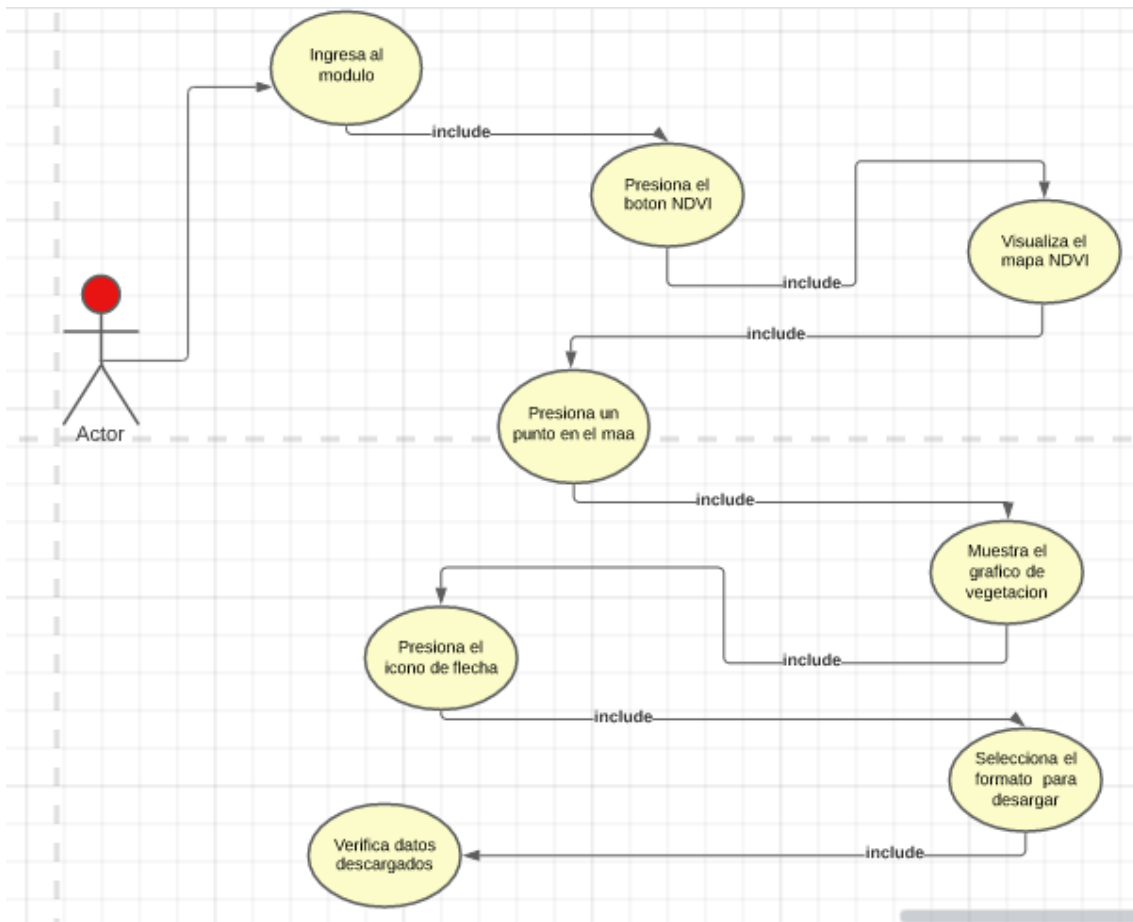


➤ **Descripción de caso de uso: Visualiza gráfico de cobertura**

**Tabla 12** *Caso de uso visualizar gráfico de análisis forestal.*

<b>Caso de uso</b>	Visualizar gráfico de cobertura forestal
<b>Actores</b>	Usuarios
<b>Tipo</b>	Opcional
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresa al módulo.</li> <li>• Presiona el botón NDVI.</li> <li>• Visualiza el mapa NDVI del municipio.</li> <li>• Presiona un punto en el mapa.</li> <li>• Muestra el grafico de vegetación.</li> <li>• Presiona el icono de flecha en el histograma.</li> <li>• Selecciones en qué tipo de archivo desea descargar csv, svg o png.</li> <li>• Verifica los datos descargados</li> </ul>

**Figura 36:** Gráfico de cobertura forestal.



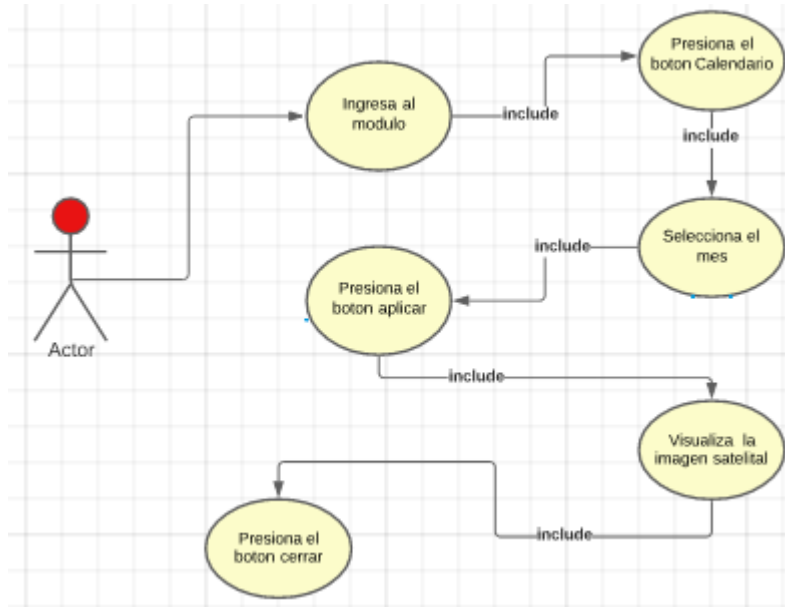
➤ **Descripción de caso de uso: Imágenes satelitales**

**Tabla 13** Caso de uso imágenes satelitales.

<b>Caso de uso</b>	Imágenes satelitales
<b>Actores</b>	Usuarios
<b>Tipo</b>	Opcional
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresa al módulo.</li> <li>• Presiona el botón Calendario.</li> <li>• Selecciona el mes del cual quiere obtener las imágenes.</li> <li>• Presiona el botón de aplicar.</li> <li>• Visualiza la imagen satelital.</li> </ul>

- Presiona en cerrar, y se cierra el panel de calendario

**Figura 37:** *Visualizar Imágenes Satelitales*

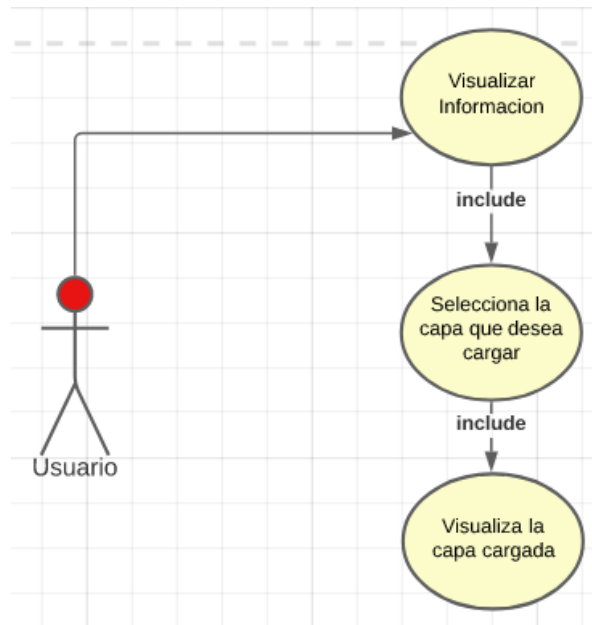


➤ **Descripción de caso de uso: Visualizar capas**

**Tabla 14** *Caso de uso Visualizar capas.*

<b>Caso de uso</b>	Visualizar capas
<b>Actores</b>	Usuarios
<b>Tipo</b>	Opcional
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresa al módulo.</li> <li>• Selecciona que capa desea cargar.</li> <li>• Visualiza la capa cargada.</li> </ul>

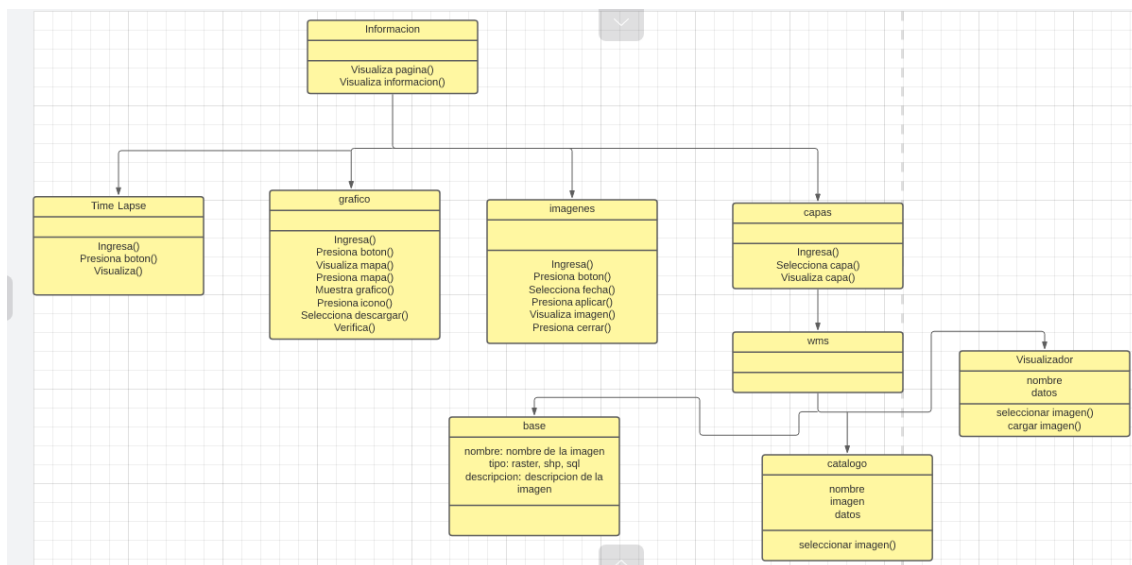
**Figura 38:** Visualiza Capas



### 3.3.3. Modelo de contenido

Se aplican los requisitos reflejados en el modelo de requisitos donde se observan las clases que forman parte del sistema con sus respectivos atributos y procesos.

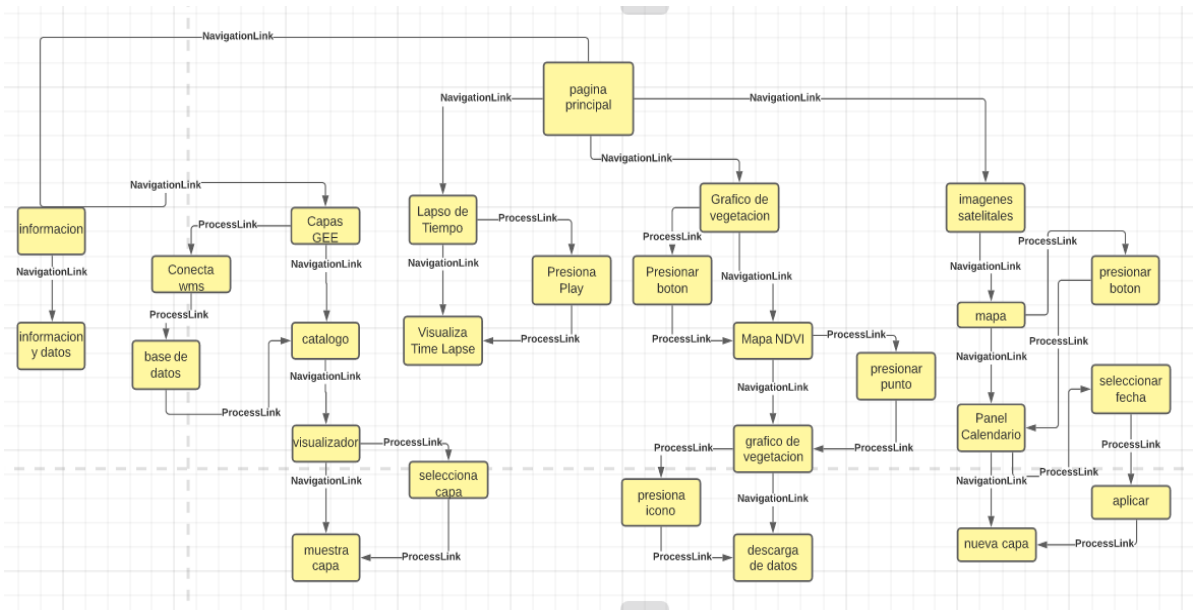
**Figura 39:** Modelo de Contenido



### 3.3.4. Modelo de navegación

Es la principal guía para los usuarios define el acceso a la información y funciones describe las rutas que el usuario debe tomar para usar la página web.

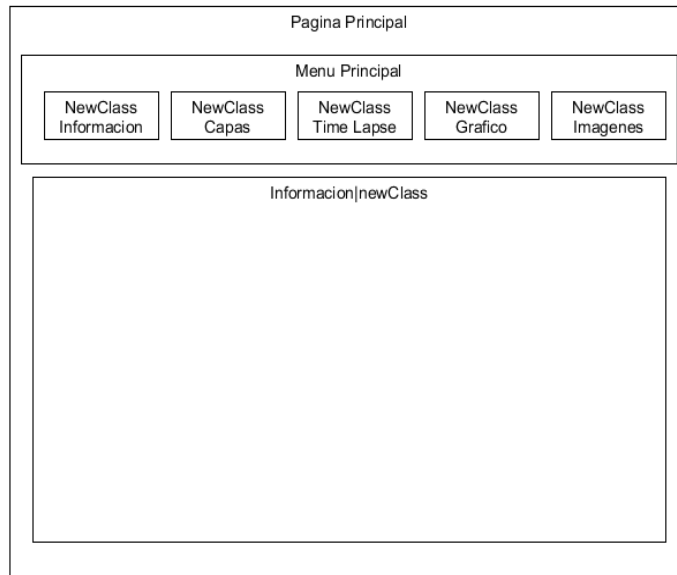
Figura 40: Modelo de navegación



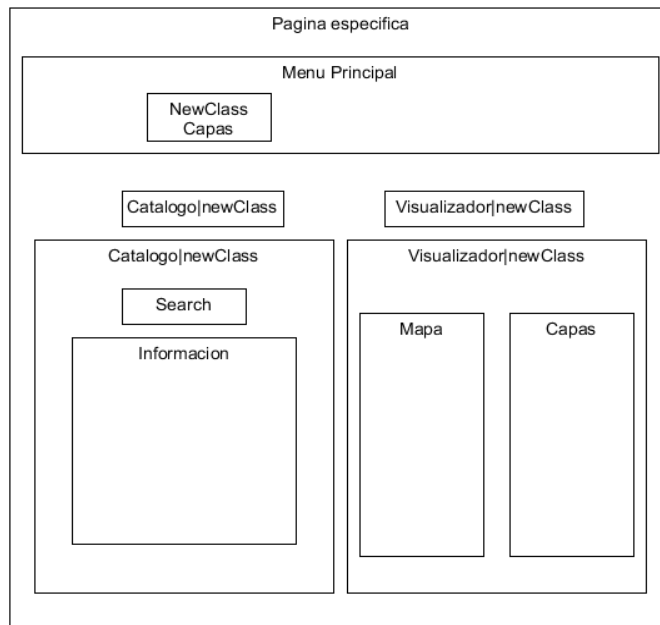
### 3.3.5. Modelo de presentación

Se muestra como está estructurado el sistema provee la información que se brinda en el modelo de navegación, presenta una visión abstracta de la página web.

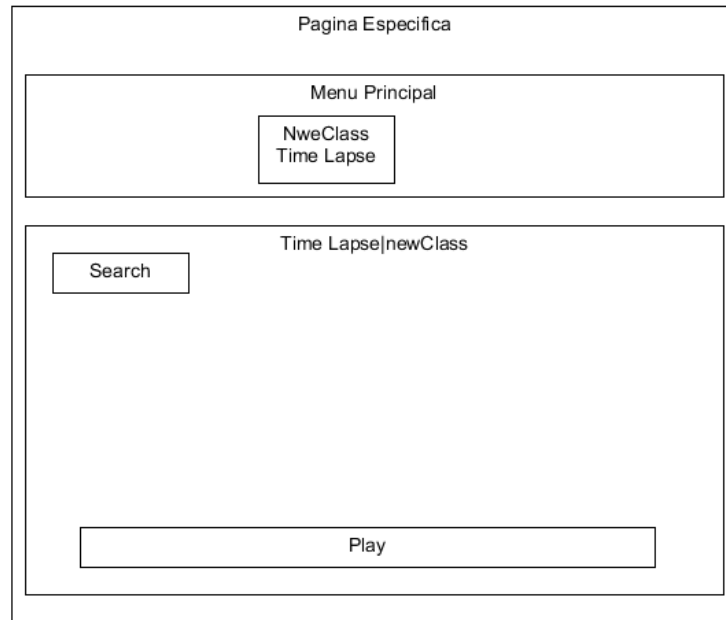
**Figura 41:** Modelo de presentación de la página principal



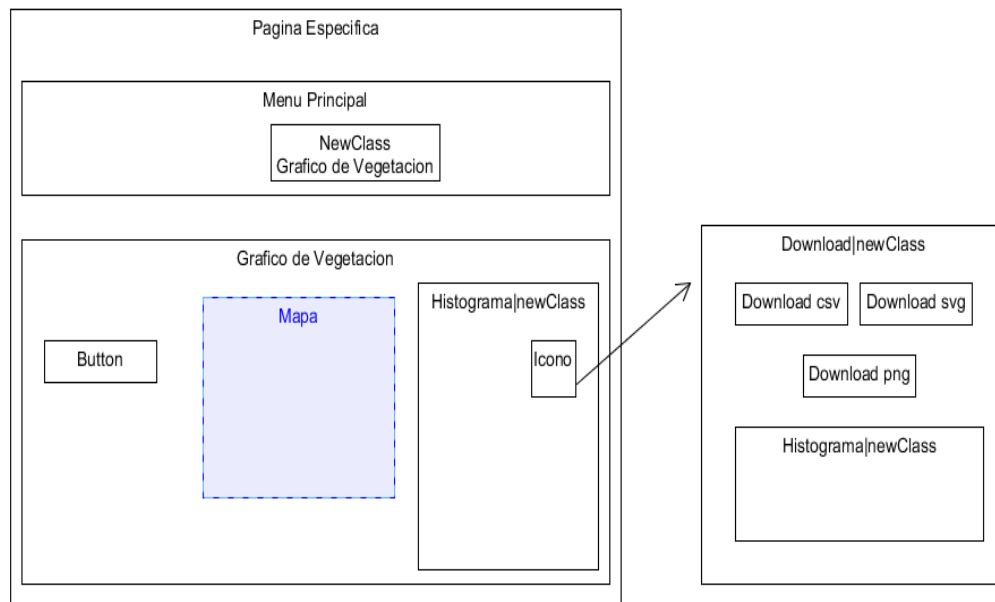
**Figura 42:** Modelo presentación del módulo de capas



**Figura 43:** Modelo de presentación del módulo Time Lapse.

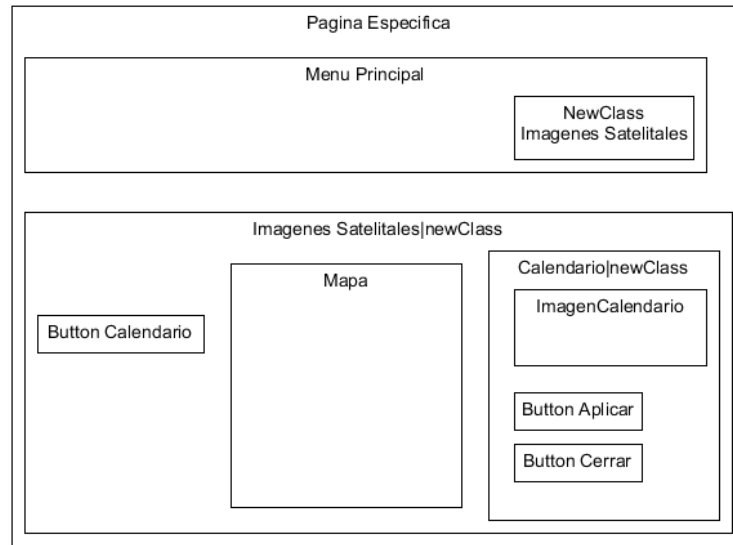


**Figura 44:** Modelo de presentación del módulo de Cobertura Forestal





**Figura 45:** Modelo de presentación del módulo de imágenes satelitales.



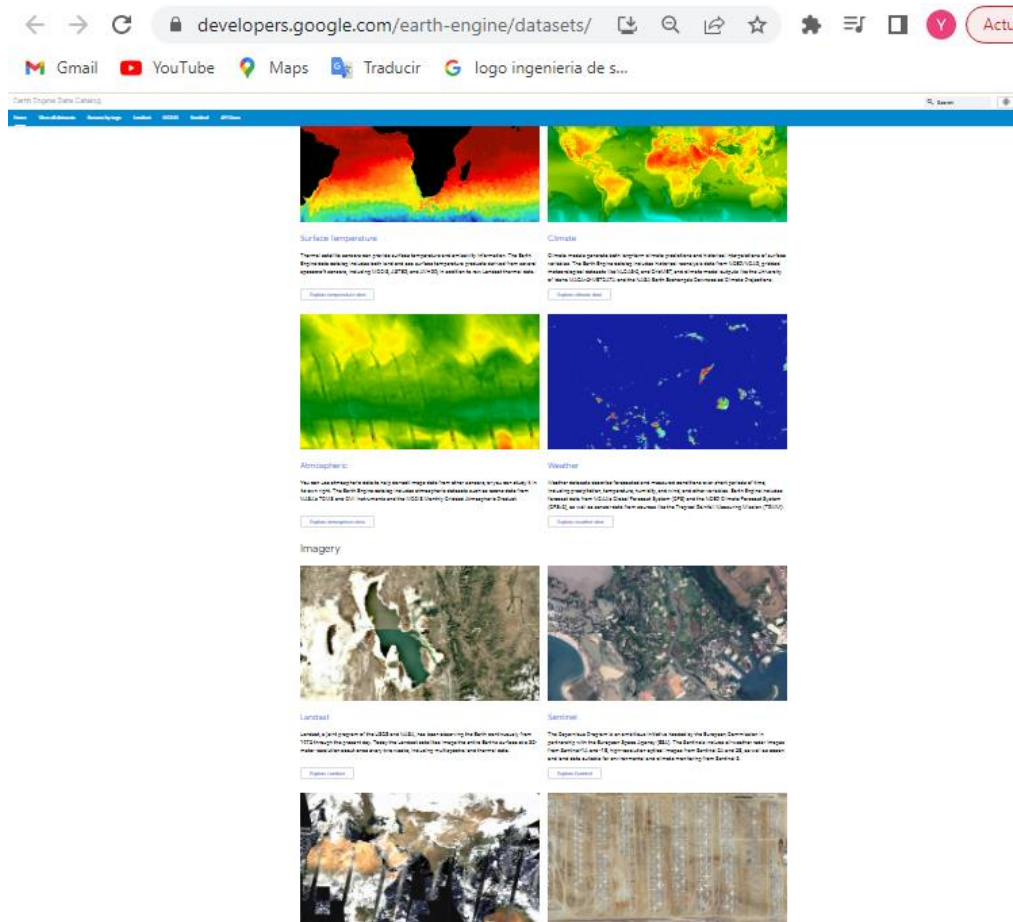
### **3.4. METODOLOGÍA DE TELEDETECCIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE SATÉLITE**

#### **3.4.1. Fase de descarga de imágenes**

Primeramente, en esta fase seleccionamos la colección de Google Earth Engine que nos ayudara a realizar el trabajo de investigación en este caso utilizamos Sentinel 2.

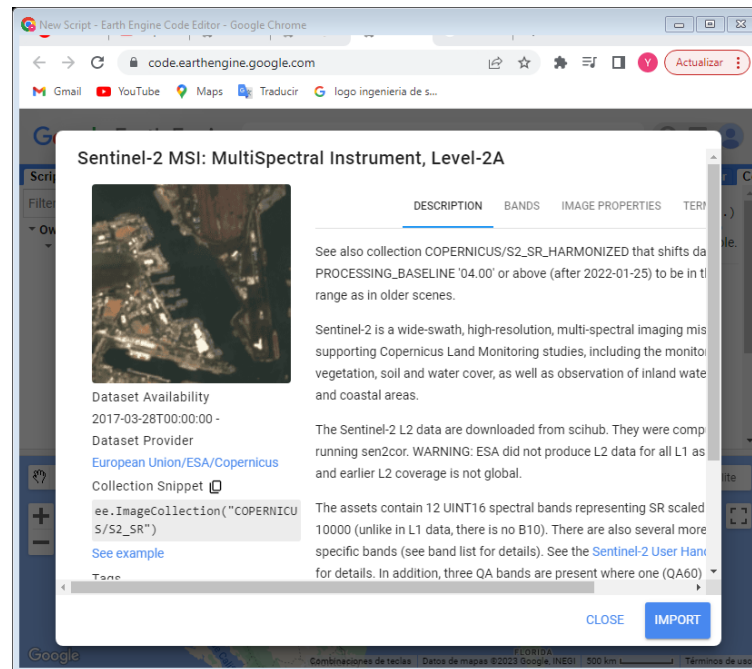
Seguidamente ingresamos a la página de GeoBolivia con el objetivo de encontrar los límites del Municipio de Viacha, para lo cual logramos obtener los municipios a nivel nacional, realizamos la descarga y logramos nuestro objetivo procesando la imagen en QGIS, una vez obtenido el límite de Viacha subimos las capas en shp a Google Earth Engine y proseguimos a trabajar con los limites.

**Figura 46:** Data Catalog Google Earth Engine



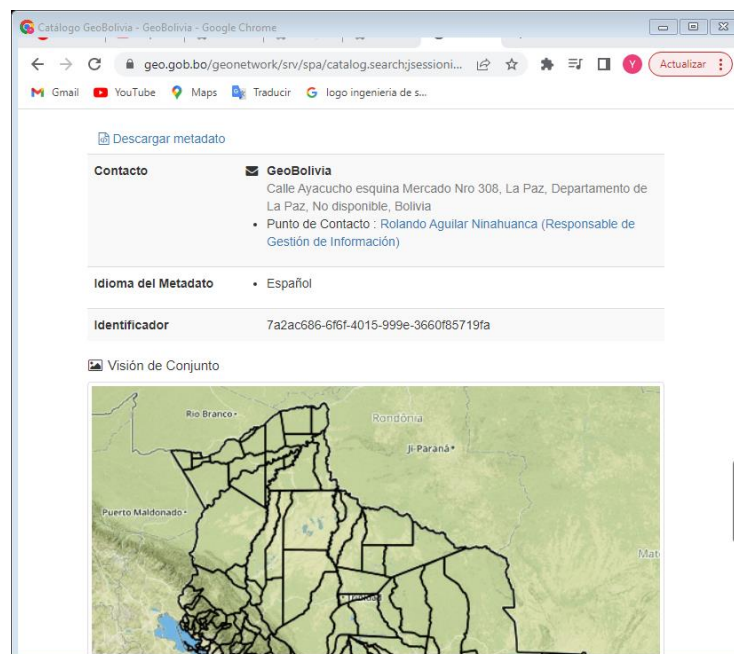
**Nota:** Ingresamos a Google Earth Engine al Catálogo de Datos y visualizamos la colección con la cual deseamos trabajar.

**Figura 47: Datos Sentinel 2**



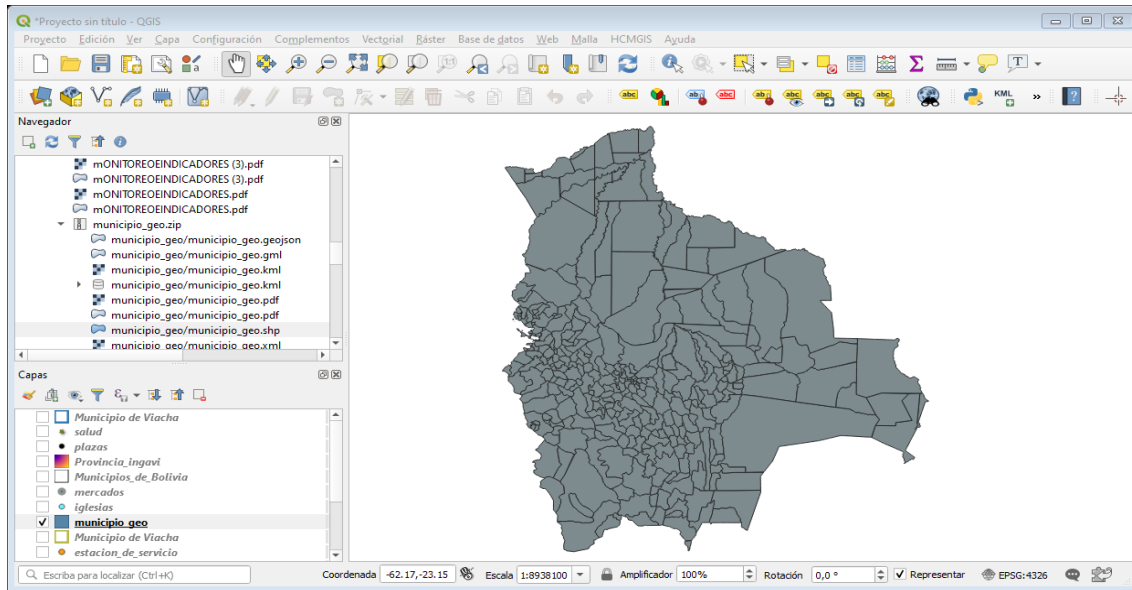
**Nota:** Importamos la colección para trabajar en Code Editor

**Figura 48: Catálogo de GeoBolivia Municipios de Bolivia**



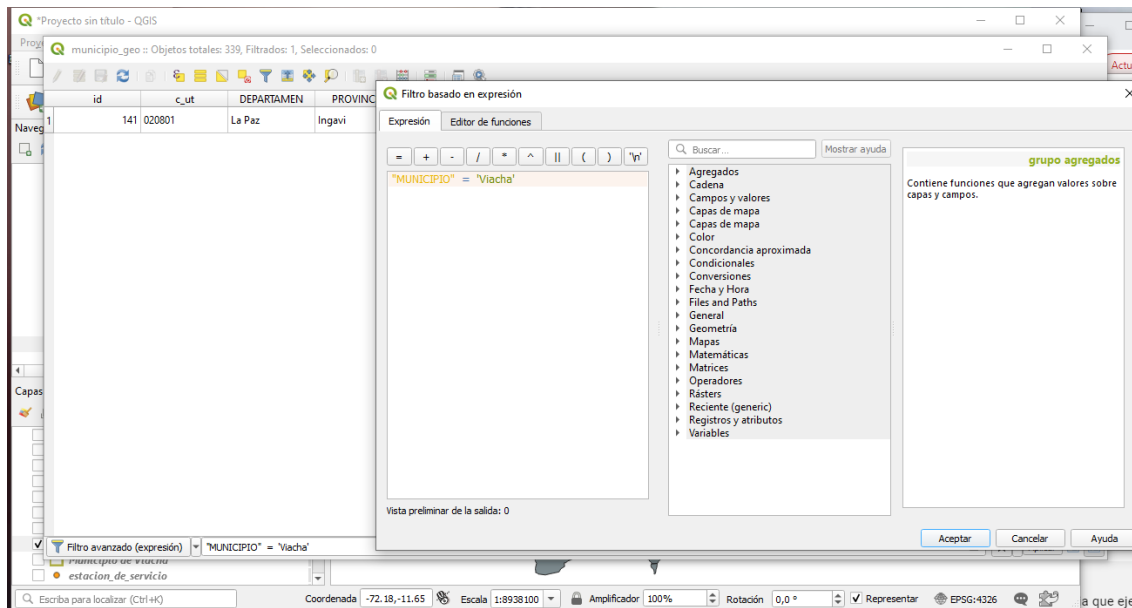
**Nota:** Se descarga la capa de municipios de Bolivia en Geo Bolivia para procesar en QGIS.

**Figura 49:** Capa de GeoBolivia en QGIS.



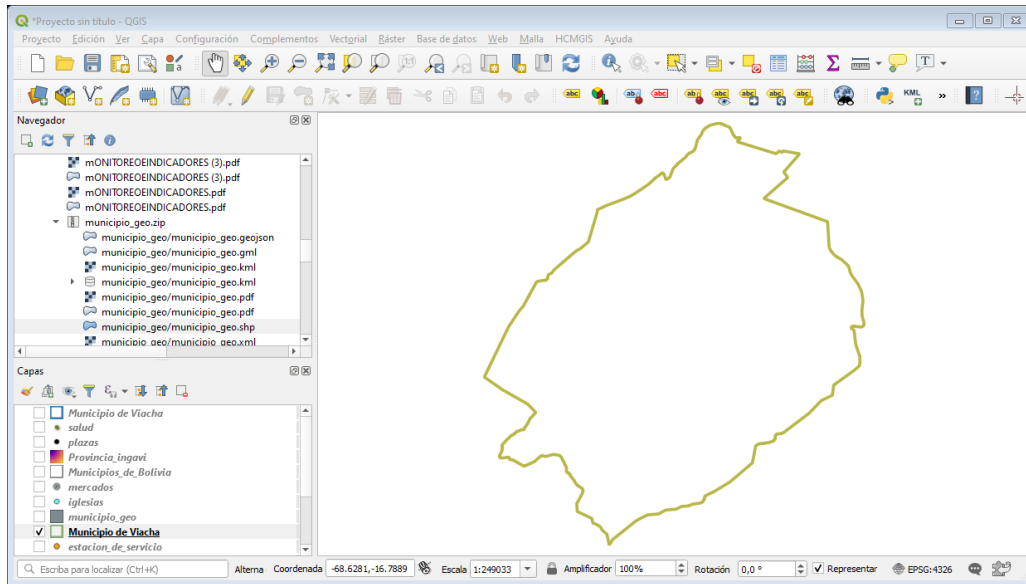
**Nota:** Se carga el archivo shp en Qgis.

**Figura 50:** Procesamiento de la capa de Geo Bolivia.



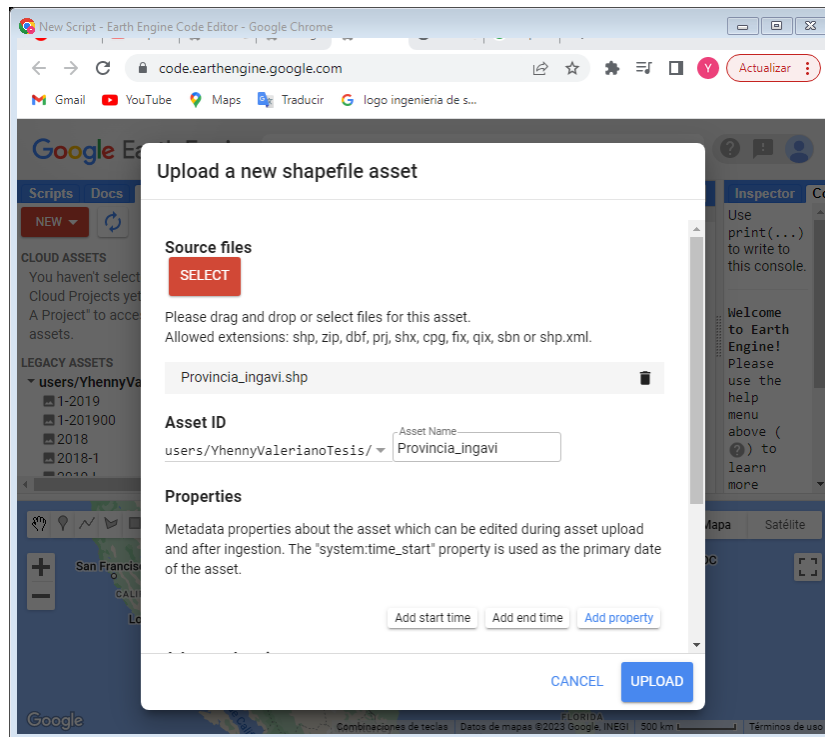
**Nota:** Se procesa los límites mediante los atributos el municipio de Viacha

**Figura 51:** Capa procesada del Municipio.



**Nota:** Se guarda la capa procesada en un archivo en shp.

**Figura 52:** Subir archivo shp a Google Earth Engine.



**Nota:** Seleccionamos el archivo shp, le añadimos el nombre y presionamos UPLOAD y el archivo se comenzará a subir a la plataforma Google Earth Engine.

### 3.4.2. Fase de Pre – procesamiento

Tabla 15: Algoritmos utilizados para el desarrollo del modelo.

FUNCIÓN	ALGORITMOS
Declaración de variables	<pre>var table: Table u var sentinel_2: Im var imageVisParam:</pre>
Corrección atmosférica	<pre>.filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE',10))</pre>
Reducir una colección de imágenes calculando la mediana	<pre>var viacha_sentinel_mediana = viacha_sentinel.median();</pre>
Recorte de mapas	<pre>var viacha_sentinel_clip = viacha_sentinel_mediana.clip(table);</pre>
Re muestreo imagen sentinel	<pre>var rgb = {   min:300,   max:5000,   bands:['B4','B3','B2'], }</pre>
Re muestreo imagen ndvi	<pre>var visparm = {bands: ['NDVI'], min:-0.15, max: 0.9, palette : ['red', 'black', 'white', 'green', 'blue', 'yellow']}</pre>
Agregar capas al mapa	<pre>Map.addLayer(viacha_sentinel_clip, rgb);</pre>
Centrar mapas	<pre>Map.centerObject(table, 11);</pre>
Colección de características	<pre>ee.FeatureCollection(table)</pre>
Filtrar geometría	<pre>ee.Filter.bounds(roi)</pre>
Control deslizante de fecha	<pre>ui.DateSlider</pre>
Devolver fecha	<pre>ee.Date(Date.now())</pre>
Etiqueta de texto	<pre>ui.Label</pre>
Botón	<pre>ui.Button</pre>
Eliminar del mapa	<pre>Map.remove(panel)</pre>
Devolver valores	<pre>.getValue()</pre>

Devuelve filtros	<code>ee.Filter.lt()</code>
Filtrar metadatos	<code>.filterMetadata</code>
La diferencia normalizada se calcula como (primero - segundo) / (primero + segundo).	<code>.normalizedDifference(['B8', 'B4'])</code>
Devolver panel con widgets	<code>ui.Panel.Layout.flow</code>
Devolución de llamada	<code>Map.onClick</code>
Establece el valor seleccionado y lo devuelve	<code>.setValue</code>
Generar grafico de una colección de imágenes	<code>ui.Chart.image.series</code>
Calcula la media	<code>ee.Reducer.mean()</code>
Establecer opciones	<code>.setOptions</code>
Devolver estilo del mapa	<code>Map.style()</code>
Agrega un widget al panel raíz	<code>ui.root.insert</code>

## ➤ Extracción de la zona de interés

### Imagen sentinel

```
var table = ee.FeatureCollection("users/YhennyValerianoTesis/municipio_viacha"),
    sentinel_2 = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2");
/***** End of imports. If edited, may not auto-convert in the playground. *****/
var rgb = {
  min:300,
  max:5000,
  bands:['B4','B3','B2'],
}
// IMAGENES
var viacha_boundary = ee.FeatureCollection(table).style({color:'black', width: 3, fillColor:'00000000'});
var roi = ee.Feature(viacha_boundary).geometry();
var viacha_sentinel = sentinel_2.filter(ee.Filter.bounds(roi))
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE',10))
var viacha_sentinel_mediana = viacha_sentinel.median();
var viacha_sentinel_clip = viacha_sentinel_mediana.clip(table);
Map.addLayer(viacha_sentinel_clip, rgb)
Map.centerObject(table,10);
```

### Imagen NDVI

Con el siguiente código se logra generar la capa ndvi del Municipio de Viacha

```
/**** Start of imports. If edited, may not auto-convert in the playground. ****/
var table = ee.FeatureCollection("users/YhennyValerianoTesis/municipio_viacha"),
    sentinel_2 = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2");
/***** End of imports. If edited, may not auto-convert in the playground. *****/

// MAPA NDVI
var coleccion = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')
  .filterBounds(table)
  .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'less_than', 10)
  .map (function (o){
    var ndvi = o.normalizedDifference(['B8', 'B4'])
    o = o.addBands(ndvi.rename ('NDVI'))
    return o.clip(table)
  })

var visparm = {bands: ['NDVI'], min:-0.15, max: 0.9, palette: ['red', 'black', 'white', 'green', 'blue', 'yellow']}

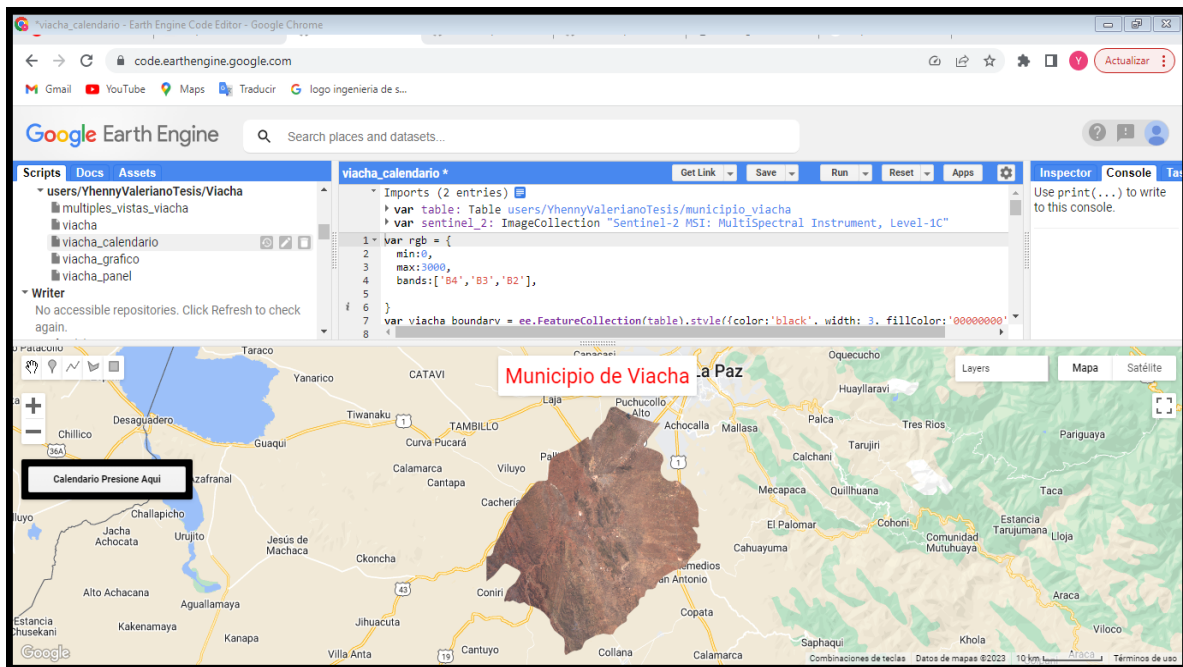
Map.centerObject(table, 11);
```

### 3.4.3. Fase Retrieval

En esta fase se recupera la zona de interés a ser estudiada



Figura 53: Zona de estudio procesada en Google Earth Engine.



**Nota:** Subimos la zona de estudio a la plataforma y fusionamos con las colecciones de imágenes satelitales.

Figura 54: Imagen Sentinel e Imagen NDVI del municipio de Viacha

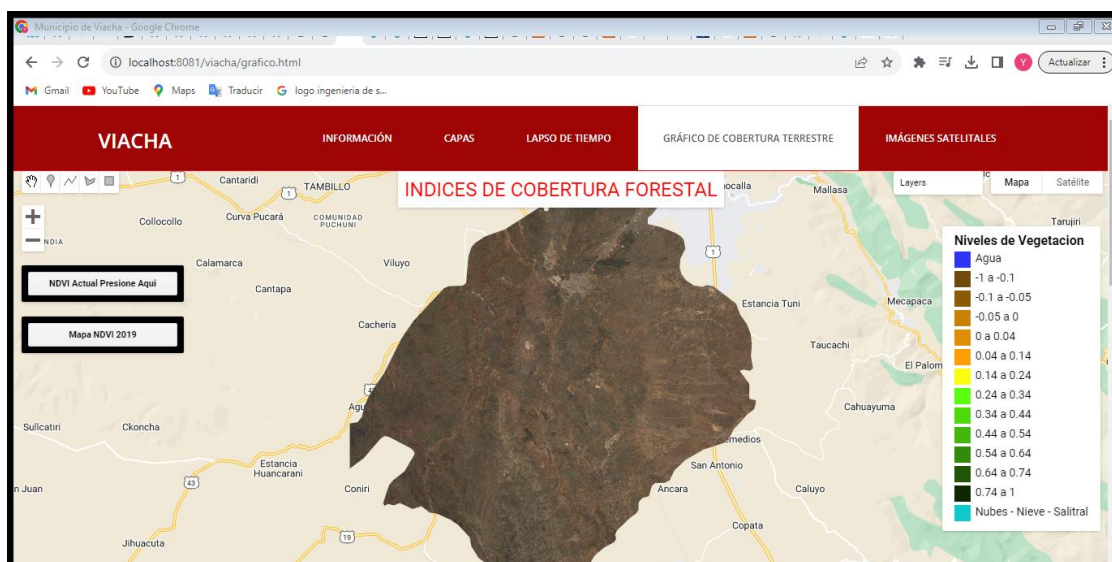


### 3.5. IMPLEMENTACIÓN

#### 3.5.1. Obtención de gráfico de cobertura forestal

Mediante los siguientes gráficos se pueden obtener datos de la evolución de la cobertura forestal desde hace años atrás hasta la actualidad en el Municipio de Viacha, los cuales pueden ser descargados en diferentes formatos (CSV, SVG, PNG) para su respectivo análisis.

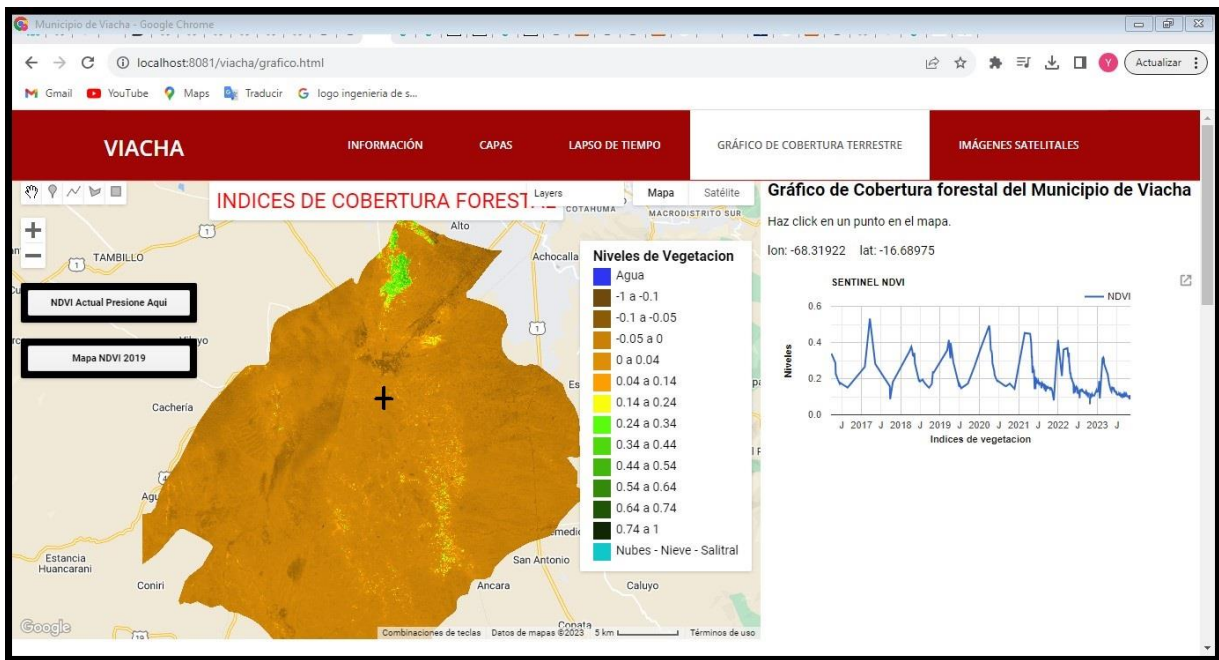
**Figura 55:** Modelo de cobertura forestal procesada en Google Earth Engine



**Nota:** Presionamos el botón NDVI para tener los gráficos.

Mediante el mapa NDVI se puede calcular los índices de vegetación en distintos puntos, presionando el botón NDVI se carga el nuevo Mapa NDVI con el cual se puede diferenciar los lugares con baja, media y alta cobertura forestal.

**Figura 56:** Gráfico de cobertura forestal



**Nota:** Presionando en el botón del grafico podemos descargar en distintos formatos.

**Tabla 16:** Índices de cobertura.

Agua			
-1 a -0.1			
-0.1 a -0.05			
-0.05 a 0	<b>VEGETACION</b>		
0 a 0.04	<b>DEBIL</b>	<b>Y</b>	
0.04 a 0.14	<b>ESCAZA</b>		
0.14 a 0.24			
0.24 a 0.34			
0.34 a 0.44			
0.44 a 0.54	<b>VEGETACION</b>		
0.54 a 0.64	<b>DENSA</b>	<b>Y</b>	
0.64 a 0.74	<b>VIGOROSA</b>		
0.74 a 1			
Nubes – nieve - salitral			

### 3.5.2. Implementación de algoritmos

Para la obtención de la capa del municipio de Viacha, en este caso se trabajó con el satélite de Sentinel, se procesa la capa despejando nubes y recortando la zona de estudio.

```
viacha_grafico
Get Link Save Run Reset Apps
Imports (2 entries)
  var table: Table users/YhennyValerianoTesis/municipio_viacha
  var sentinel_2: ImageCollection "Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C"
1 var rgb = {
2   min:300,
3   max:5000,
4   bands:['B4','B3','B2'],
5 }
i 6 }
7 // IMAGENES
8 var viacha_boundary = ee.FeatureCollection(table).style({color:'black', width: 3, fillColor:'00000000'});
9 var roi = ee.Feature(viacha_boundary).geometry();
10 var viacha_sentinel = sentinel_2.filter(ee.Filter.bounds(roi))
i 11 .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE',10))
12 var viacha_sentinel_mediana = viacha_sentinel.median();
13 var viacha_sentinel_clip = viacha_sentinel_mediana.clip(table);
i 14 Map.addLayer(viacha_sentinel_clip, rgb)
15 Map.centerObject(table,10);
16
```

#### ➤ Título de la capa

```
17 //TITULO
18 var etiqueta= ui.Label({value: 'INDICES DE COBERTURA FORESTAL ',
19 style: {
20   fontSize: '24px',
21   color: 'red',
22 }
i 23 })
i 24 Map.add(etiqueta)
```

#### ➤ Mapa Ndvi

```
39 |
40 // MAPA NDVI
41 var coleccion = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')
42 .filterBounds(table)
43 .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'less_than', 10)
44 .map (function (o){
i 45   var ndvi = o.normalizedDifference(['B8', 'B4'])
i 46   o = o.addBands(ndvi.rename ('NDVI'))
i 47   return o.clip(table)
i 48 })
49
i 50 var visparm = {bands: ['NDVI'], min:-0.15, max: 0.9, palette: ['red', 'black', 'white', 'green', 'blue', 'yellow']}
51
52 Map.centerObject(table, 11);
```

## ➤ Panel

```
53 // PANEL
54 var panel = ui.Panel();
55 panel.style().set('width', '500px', 'height', '200px');
56
57 //TITULO DE PANEL
58 var intro = ui.Panel([
59   ui.Label({
60     value: 'Gráfico de Cobertura forestal del Municipio de Viacha ',
61     style: {fontSize: '20px', fontWeight: 'bold'}
62   }),
63   ui.Label('Haz click en un punto en el mapa.')
64 ]);
65 panel.add(intro);
66
```

## ➤ Captura de coordenadas

```
67 // paneles para mantener los valores lon/lat
68 var lon = ui.Label();
69 var lat = ui.Label();
70 panel.add(ui.Panel([lon, lat], ui.Panel.Layout.flow('horizontal')));
71
72 // Registrar una llamada en el mapa por defecto para ser invocada cuando se haga clic en el mapa
73 Map.onClick(function(coords) {
74   // Actualiza el panel lon/lat con los valores del evento click.
75   lon.setValue('lon: ' + coords.lon.toFixed(2)),
76   lat.setValue('lat: ' + coords.lat.toFixed(2));
77   var point = ee.Geometry.Point(coords.lon, coords.lat);
78
```

## ➤ Gráfico de cobertura forestal

```
67 // Crear un gráfico SENTINEL NDVI.
68 var ndviChart = ui.Chart.image.series(coleccion.select('NDVI'), point, ee.Reducer.mean(), 10, 'system:time_start');
69 ndviChart.setOptions({
70   title: 'SENTINEL NDVI',
71   hAxis: {title: 'Indices de vegetacion', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
72   vAxis: {
73     title: 'Niveles',
74     titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
75 });
76 panel.widgets().set(3, ndviChart);
77 });
78
79 Map.style().set('cursor', 'crosshair');
```

## ➤ Botón NDVI

```
00
81 // BOTON NDVI
82 var botonndvi = ui.Button({
83   label: 'NDVI Presione Aqui',
84   onClick: function(p){
i 85     Map.addLayer(coleccion, visparm)
86     p= ui.root.insert(6, panel)
87   };
88 },
89   disabled: null,
i 90   style : {color:'black', backgroundColor: '000000', position: 'top-left', width: '200px'}})
i 91   Map.add(botonndvi)
00
```

## ➤ Panel de colores

```
93 //panel d colores
94 var legend = ui.Panel({style: {position: 'middle-right', padding: '8px 15px'}});
95
96 var makeRow = function(color, name) {
97   var colorBox = ui.Label({
98     style: {color: '#ffffff',
99       backgroundColor: color,
100     padding: '10px',
101     margin: '0 0 4px 0',
102   }
103 });
104   var description = ui.Label({
105     value: name,
106     style: {
107       margin: '0px 0 4px 6px',
108     }
109 });
110   return ui.Panel({
111     widgets: [colorBox, description],
112     layout: ui.Panel.Layout.Flow('horizontal')}
113 });
114
115 var title = ui.Label({
116   value: 'Niveles de Vegetacion',
117   style: {fontWeight: 'bold',
118     fontSize: '16px',
119     margin: '0px 0 4px 0px'}});
120
121 legend.add(title);
i 122 legend.add(makeRow('red', '0% Vegetacion'))
i 123 legend.add(makeRow('black', '20% vegetacion'))
i 124 legend.add(makeRow('white', '40% vegetacion'))
i 125 legend.add(makeRow('green', '60% vegetacion'))
i 126 legend.add(makeRow('blue', '80% vegetacion'))
i 127 legend.add(makeRow('yellow', '100% Vegetacion'))
128 Map.add(legend);
```

Ejecutando el anterior código se genera los gráficos de cobertura forestal, la cual nos genera los siguientes datos en distintas coordenadas del Municipio.

Tabla 17 Datos de cobertura forestal

<b>LON: -68.28</b>		<b>LON:-68.29</b>		<b>LON:-68.28</b>	
<b>LAT: -16.54</b>		<b>LAT:-16.54</b>		<b>LAT:-16.55</b>	
<i>Mar28, 2016</i>	<b>0.327</b>	Mar28,2016	0.251	<b>Mar 28, 2016</b>	<b>0.382</b>
<i>May 4, 2016</i>	<b>0.263</b>	May 4, 2016	0.332	<b>May 4, 2016</b>	<b>0.25</b>
<i>May7, 2016,</i>	<b>0.262</b>	May 7, 2016	0.25	<b>May 7, 2016</b>	<b>0.209</b>
<i>May27, 2016</i>	<b>0.223</b>	May 27, 2016	0.206	<b>May 27, 2016</b>	<b>0.154</b>
<i>Jun13, 2016</i>	<b>0.192</b>	Jun 13, 2016	0.152	<b>Jun 13, 2016</b>	<b>0.13</b>
<i>Jun 16, 2016</i>	<b>0.196</b>	Jun 16, 2016	0.119	<b>Jun 16, 2016</b>	<b>0.142</b>
<i>Aug 25, 2016</i>	<b>0.157</b>	Aug 25, 2016	0.1	<b>Aug 25, 2016</b>	<b>0.145</b>
<i>Feb 1, 2017</i>	<b>0.272</b>	Feb 1, 2017	0.407	<b>Feb 1, 2017</b>	<b>0.194</b>
<i>Mar 20, 2017</i>	<b>0.358</b>	Mar 20, 2017	0.477	<b>Mar 20, 2017</b>	<b>0.648</b>
<i>May 9, 2017</i>	<b>0.299</b>	May 9, 2017	0.371	<b>May 9, 2017</b>	<b>0.607</b>
<i>Sep 21, 2017</i>	<b>0.21</b>	Sep 21, 2017	0.278	<b>Sep 21, 2017</b>	<b>0.271</b>
<i>Sep 24,2017</i>	<b>0.23</b>	Sep 24, 2017	0.304	<b>Sep 24, 2017</b>	<b>0.304</b>
<i>Oct 19, 2017</i>	<b>0.26</b>	Oct 19, 2017	0.268	<b>Oct 19, 2017</b>	<b>0.41</b>
<i>Mar 23, 2018</i>	<b>0.459</b>	Mar 23, 2018	0.39	<b>Mar 23, 2018</b>	<b>0.174</b>
<i>Apr 9, 2018</i>	<b>0.375</b>	Apr 9, 2018	0.392	<b>Apr 9, 2018</b>	<b>0.547</b>
<i>Apr 17, 2018</i>	<b>0.36</b>	Apr 17, 2018	0.396	<b>Apr 17, 201</b>	<b>0.533</b>
<i>Apr 19, 2018</i>	<b>0.321</b>	Apr 19, 2018	0.315	<b>Apr 19, 2018</b>	<b>0.472</b>
<i>Apr 22, 2018,</i>	<b>0.325</b>	Apr 22, 2018	0.316	<b>Apr 22, 2018</b>	<b>0.457</b>
<i>May 2, 2018,</i>	<b>0.298</b>	May 2, 2018	0.384	<b>May 2, 2018</b>	<b>0.453</b>
<i>May 7, 2018,</i>	<b>0.313</b>	May 7, 2018	0.344	<b>May 7, 2018</b>	<b>0.478</b>
<i>May 12, 2018</i>	<b>0.277</b>	May 12, 2018	0.301	<b>May 12, 2018</b>	<b>0.428</b>
<i>Jun 18, 2018,</i>	<b>0.144</b>	Jun 18, 2018	0.164	<b>Jun 18, 2018</b>	<b>0.269</b>
<i>Jun 23, 2018,</i>	<b>0.15</b>	Jun 23, 2018	0.202	<b>Jun 23, 2018</b>	<b>0.269</b>
<i>Jun 26, 2018,</i>	<b>0.136</b>	Jun 26, 2018	0.162	<b>Jun 26, 2018</b>	<b>0.268</b>
<i>Jun 28, 2018</i>	<b>0.134</b>	Jun 28, 2018	0.147	<b>Jun 28, 2018</b>	<b>0.27</b>
<i>Jul 23, 2018,</i>	<b>0.151</b>	Jul 23, 2018	0.156	<b>Jul 23, 2018</b>	<b>0.257</b>
<i>Jul 28, 2018</i>	<b>0.145</b>	Jul 28, 2018	0.103	<b>Jul 28, 2018</b>	<b>0.261</b>

---

<b>Aug 12, 2018</b>	<b>0.148</b>	Aug 12, 2018	0.171	<b>Aug 12, 2018</b>	<b>0.247</b>
<b>Sep 9, 2018</b>	<b>0.139</b>	Sep 9, 2018	0.084	<b>Sep 9, 2018</b>	<b>0.22</b>
<b>Sep 21, 2018</b>	<b>0.134</b>	Sep 21, 2018	0.157	<b>Sep 21, 2018</b>	<b>0.237</b>
<b>Oct 16, 2018</b>	<b>0.165</b>	Oct 16, 2018	0.144	<b>Oct 16, 2018</b>	<b>0.425</b>
<b>Nov 3, 2018</b>	<b>0.163</b>	Nov 3, 2018	0.19	<b>Nov 3, 2018</b>	<b>0.353</b>
<b>Mar 8, 2019</b>	<b>0.377</b>	Mar 8, 2019	0.333	<b>Mar 8, 2019</b>	<b>0.402</b>
<b>Mar 23, 2019</b>	<b>0.473</b>	Mar 23, 2019	0.228	<b>Mar 23, 2019</b>	<b>0.469</b>
<b>Apr 7, 2019</b>	<b>0.671</b>	Apr 7, 2019	0.355	<b>Apr 7, 2019</b>	<b>0.4</b>
<b>Apr 9, 2019</b>	<b>0.679</b>	Apr 9, 2019	0.38	<b>Apr 9, 2019</b>	<b>0.391</b>
<b>May 4, 2019</b>	<b>0.606</b>	May 4, 2019	0.314	<b>May 4, 2019</b>	<b>0.332</b>
<b>Jun 18, 2019</b>	<b>0.254</b>	Jun 18, 2019	0.141	<b>Jun 18, 2019</b>	<b>0.195</b>
<b>Jun 28, 2019</b>	<b>0.179</b>	Jun 28, 2019	0.15	<b>Jun 28, 2019</b>	<b>0.163</b>
<b>Jul 1, 2019</b>	<b>0.187</b>	Jul 1, 2019	0.076	<b>Jul 1, 2019</b>	<b>0.16</b>
<b>Jul 16, 2019</b>	<b>0.166</b>	Jul 16, 2019	0.046	<b>Jul 16, 2019</b>	<b>0.153</b>
<b>Sep 16, 2019</b>	<b>0.169</b>	Sep 16, 2019	0.056	<b>Sep 16, 2019</b>	<b>0.536</b>
<b>Nov 18, 2019</b>	<b>0.18</b>	Nov 18, 2019	0.145	<b>Nov 18, 2019</b>	<b>0.675</b>
<b>Jan 9, 2020</b>	<b>0.216</b>	Jan 9, 2020	0.355	<b>Jan 9, 2020</b>	<b>0.384</b>
<b>Apr 1, 2020</b>	<b>0.605</b>	Apr 1, 2020	0.361	<b>Apr 1, 2020</b>	<b>0.661</b>
<b>Apr 6, 2020,</b>	<b>0.566</b>	Apr 6, 2020	0.345	<b>Apr 6, 2020</b>	<b>0.63</b>
<b>Apr 16, 2020,</b>	<b>0.433</b>	Apr 16, 2020	0.323	<b>Apr 16, 2020</b>	<b>0.49</b>
<b>Apr 23, 2020,</b>	<b>0.343</b>	Apr 23, 2020	0.383	<b>Apr 23, 2020</b>	<b>0.468</b>
<b>Apr 28, 2020,</b>	<b>0.29</b>	Apr 28, 2020	0.342	<b>Apr 28, 2020</b>	<b>0.419</b>
<b>May 1, 2020,</b>	<b>0.286</b>	May 1, 2020	0.39	<b>May 1, 2020</b>	<b>0.293</b>
<b>May 18 2020</b>	<b>0.179</b>	May 18, 2020	0.309	<b>May 18, 2020</b>	<b>0.24</b>
<b>May 21 2020</b>	<b>0.201</b>	May 21, 2020	0.319	<b>May 21, 2020</b>	<b>0.234</b>
<b>Jun 7, 2020</b>	<b>0.156</b>	Jun 7, 2020	0.283	<b>Jun 7, 2020</b>	<b>0.308</b>
<b>Jun 15, 2020</b>	<b>0.156</b>	Jun 15, 2020	0.233	<b>Jun 15, 2020</b>	<b>0.327</b>
<b>Jun 17, 2020</b>	<b>0.138</b>	Jun 17, 2020	0.268	<b>Jun 17, 2020</b>	<b>0.347</b>
<b>Aug 24, 2020</b>	<b>0.147</b>	Aug 24, 2020	-0.017	<b>Aug 24, 2020</b>	<b>0.54</b>
<b>Aug 26, 2020</b>	<b>0.141</b>	Aug 26, 2020	0.037	<b>Aug 26, 2020</b>	<b>0.546</b>
<b>Sep 5, 2020,</b>	<b>0.141</b>	Sep 5, 2020	0.026	<b>Sep 5, 2020</b>	<b>0.609</b>

---



---

<b>Oct 8, 2020,</b>	<b>0.151</b>	Oct 8, 2020	0.148	<b>Oct 8, 2020</b>	<b>0.675</b>
<b>Nov 22, 2020</b>	<b>0.136</b>	Nov 22, 2020	0.167	<b>Nov 22, 2020</b>	<b>0.392</b>
<b>Dec 12, 2020</b>	<b>0.177</b>	Dec 12, 2020	0.151	<b>Dec 12, 2020</b>	<b>0.636</b>
<b>Feb 25, 2021</b>	<b>0.25</b>	Feb 25, 2021	0.056	<b>Feb 25, 2020</b>	<b>0.24</b>
<b>Apr 16, 2021</b>	<b>0.622</b>	Apr 16, 2021	0.39	<b>Apr 16, 2021</b>	<b>0.605</b>
<b>Apr 18, 2021</b>	<b>0.645</b>	Apr 18, 2021	0.446	<b>Apr 18, 2021</b>	<b>0.598</b>
<b>Apr 21, 2021</b>	<b>0.638</b>	Apr 21, 2021	0.404	<b>Apr 21, 2021</b>	<b>0.569</b>
<b>Apr 26, 2021,</b>	<b>0.613</b>	Apr 26, 2021	0.418	<b>Apr 26, 2021</b>	<b>0.492</b>
<b>Apr 28, 2021</b>	<b>0.542</b>	Apr 28, 2021	0.343	<b>Apr 28, 2021</b>	<b>0.421</b>
<b>May 1, 2021</b>	<b>0.435</b>	May 1, 2021	0.276	<b>May 1, 2021</b>	<b>0.358</b>
<b>May 3, 2021</b>	<b>0.532</b>	May 3, 2021	0.378	<b>May 3, 2021</b>	<b>0.394</b>
<b>May 6, 2021</b>	<b>0.321</b>	May 6, 2021	0.224	<b>May 6, 2021</b>	<b>0.274</b>
<b>May 8, 2021</b>	<b>0.481</b>	May 8, 2021	0.305	<b>May 8, 2021</b>	<b>0.385</b>
<b>May 11 2021</b>	<b>0.457</b>	May 11, 2021	0.34	<b>May 11, 2021</b>	<b>0.371</b>
<b>May 16, 2021</b>	<b>0.416</b>	May 16, 2021	0.366	<b>May 16, 2021</b>	<b>0.332</b>
<b>May 18, 2021</b>	<b>0.391</b>	May 18, 2021	0.299	<b>May 18, 202</b>	<b>0.321</b>
<b>May 21, 2021</b>	<b>0.252</b>	May 21, 2021	0.179	<b>May 21, 202</b>	<b>0.213</b>
<b>May 28, 2021</b>	<b>0.326</b>	May 28, 2021	0.274	<b>May 28, 2021</b>	<b>0.285</b>
<b>Jun 2, 2021</b>	<b>0.314</b>	Jun 2, 2021	0.25	<b>Jun 2, 2021</b>	<b>0.267</b>
<b>Jun 5, 2021</b>	<b>0.296</b>	Jun 5, 2021	0.274	<b>Jun 5, 2021</b>	<b>0.25</b>
<b>Jun 7, 2021</b>	<b>0.28</b>	Jun 7, 2021	0.267	<b>Jun 7, 2021</b>	<b>0.242</b>
<b>Jun 10, 2021</b>	<b>0.214</b>	Jun 10, 2021	0.135	<b>Jun 10, 202</b>	<b>0.192</b>
<b>Jun 12, 2021</b>	<b>0.274</b>	Jun 12, 2021	0.238	<b>Jun 12, 2021</b>	<b>0.253</b>
<b>Jun 15, 2021</b>	<b>0.258</b>	Jun 15, 2021	0.2	<b>Jun 15, 2021</b>	<b>0.232</b>
<b>Jun 17, 2021</b>	<b>0.245</b>	Jun 17, 2021	0.215	<b>Jun 17, 2021</b>	<b>0.246</b>
<b>Jun 20, 2021</b>	<b>0.264</b>	Jun 20, 2021	0.187	<b>Jun 20, 2021</b>	<b>0.237</b>
<b>Jun 22, 2021</b>	<b>0.249</b>	Jun 22, 2021	0.179	<b>Jun 22, 2021</b>	<b>0.231</b>
<b>Jun 25, 2021</b>	<b>0.247</b>	Jun 25, 2021	0.199	<b>Jun 25, 2021</b>	<b>0.213</b>
<b>Jun 30, 2021</b>	<b>0.262</b>	Jun 30, 2021	0.176	<b>Jun 30, 2021</b>	<b>0.229</b>
<b>Jul 2, 2021</b>	<b>0.25</b>	Jul 2, 2021	0.213	<b>Jul 2, 2021</b>	<b>0.238</b>
<b>Jul 5, 2021</b>	<b>0.238</b>	Jul 5, 2021	0.174	<b>Jul 5, 2021</b>	<b>0.219</b>

---

---

<b>Jul 7, 2021</b>	<b>0.233</b>	Jul 7, 2021	0.172	<b>Jul 7, 2021</b>	<b>0.212</b>
<b>Jul 10, 2021</b>	<b>0.253</b>	Jul 10, 2021	0.189	<b>Jul 10, 2021</b>	<b>0.229</b>
<b>Jul 12, 2021</b>	<b>0.24</b>	Jul 12, 2021	0.158	<b>Jul 12, 2021</b>	<b>0.23</b>
<b>Jul 15, 2021</b>	<b>0.228</b>	Jul 15, 2021	0.121	<b>Jul 15, 2021</b>	<b>0.218</b>
<b>Jul 17, 2021</b>	<b>0.232</b>	Jul 17, 2021	0.165	<b>Jul 17, 2021</b>	<b>0.235</b>
<b>Jul 20, 2021</b>	<b>0.243</b>	Jul 20, 2021	0.091	<b>Jul 20, 2021</b>	<b>0.249</b>
<b>Jul 22, 2021</b>	<b>0.224</b>	Jul 22, 2021	0.099	<b>Jul 22, 2021</b>	<b>0.254</b>
<b>Jul 27, 2021</b>	<b>0.221</b>	Jul 27, 2021	0.139	<b>Jul 27, 2021</b>	<b>0.269</b>
<b>Jul 30, 2021</b>	<b>0.2</b>	Jul 30, 2021	0.078	<b>Jul 30, 2021</b>	<b>0.24</b>
<b>Aug 6, 2021</b>	<b>0.198</b>	Aug 6, 2021	0.169	<b>Aug 6, 2021</b>	<b>0.342</b>
<b>Aug 9, 2021</b>	<b>0.186</b>	Aug 9, 2021	0.065	<b>Aug 9, 2021</b>	<b>0.343</b>
<b>Aug 11, 2021</b>	<b>0.189</b>	Aug 11, 2021	0.098	<b>Aug 11, 2021</b>	<b>0.34</b>
<b>Aug 14, 2021</b>	<b>0.183</b>	Aug 14, 2021	0.102	<b>Aug 14, 2021</b>	<b>0.375</b>
<b>Aug 16, 2021</b>	<b>0.171</b>	Aug 16, 2021	0.166	<b>Aug 16, 2021</b>	<b>0.357</b>
<b>Aug 19, 2021</b>	<b>0.168</b>	Aug 19, 2021	0.084	<b>Aug 19, 2021</b>	<b>0.372</b>
<b>Aug 21, 2021</b>	<b>0.177</b>	Aug 21, 2021	0.12	<b>Aug 21, 2021</b>	<b>0.353</b>
<b>Aug 24, 2021</b>	<b>0.158</b>	Aug 24, 2021	0.062	<b>Aug 24, 2021</b>	<b>0.414</b>
<b>Aug 26, 2021</b>	<b>0.169</b>	Aug 26, 2021	0.107	<b>Aug 26, 2021</b>	<b>0.416</b>
<b>Aug 29, 2021</b>	<b>0.084</b>	Aug 29, 2021	0.099	<b>Aug 29, 2021</b>	<b>0.183</b>
<b>Aug 31, 2021</b>	<b>0.173</b>	Aug 31, 2021	0.111	<b>Aug 31, 2021</b>	<b>0.438</b>
<b>Sep 3, 2021,</b>	<b>0.165</b>	Sep 3, 2021	0.079	<b>Sep 3, 2021</b>	<b>0.44</b>
<b>Sep 8, 2021,</b>	<b>0.129</b>	Sep 8, 2021	0.061	<b>Sep 8, 2021</b>	<b>0.056</b>
<b>Sep 10, 2021</b>	<b>0.177</b>	Sep 10, 2021	0.144	<b>Sep 10, 2021</b>	<b>0.49</b>
<b>Sep 18, 2021</b>	<b>0.168</b>	Sep 18, 2021	0.141	<b>Sep 18, 2021</b>	<b>0.548</b>
<b>Sep 20, 2021</b>	<b>0.163</b>	Sep 20, 2021	0.09	<b>Sep 20, 2021</b>	<b>0.549</b>
<b>Sep 28, 2021</b>	<b>0.171</b>	Sep 28, 2021	0.172	<b>Sep 28, 2021</b>	<b>0.576</b>
<b>Sep 30, 2021</b>	<b>0.166</b>	Sep 30, 2021	0.186	<b>Sep 30, 2021</b>	<b>0.577</b>
<b>Oct 3, 2021</b>	<b>0.173</b>	Oct 3, 2021	0.208	<b>Oct 3, 2021</b>	<b>0.593</b>
<b>Oct 13, 2021</b>	<b>0.165</b>	Oct 13, 2021	0.205	<b>Oct 13, 2021</b>	<b>0.668</b>
<b>Oct 15, 2021,</b>	<b>0.17</b>	Oct 15, 2021	0.251	<b>Oct 15, 2021</b>	<b>0.71</b>
<b>Oct 18, 2021,</b>	<b>0.171</b>	Oct 18, 2021	0.207	<b>Oct 18, 2021</b>	<b>0.722</b>

---

---

<b>Oct 20, 2021,</b>	<b>0.154</b>	Oct 20, 2021	0.15	<b>Oct 20, 2021</b>	<b>0.513</b>
<b>Oct 23, 2021,</b>	<b>0.173</b>	Oct 23, 2021	0.241	<b>Oct 23, 2021</b>	<b>0.706</b>
<b>Oct 25, 2021,</b>	<b>0.169</b>	Oct 25, 2021	0.259	<b>Oct 25, 2021</b>	<b>0.708</b>
<b>Oct 30, 2021,</b>	<b>0.177</b>	Oct 30, 2021	0.22	<b>Oct 30, 2021</b>	<b>0.694</b>
<b>Nov 7, 2021,</b>	<b>0.131</b>	Nov 7, 2021	0.132	<b>Nov 7, 2021</b>	<b>0.322</b>
<b>Nov 22, 2021</b>	<b>0.167</b>	Nov 22, 2021	0.185	<b>Nov 22, 2021</b>	<b>0.597</b>
<b>Dec 12, 2021</b>	<b>0.158</b>	Dec 12, 2021	0.193	<b>Dec 12, 2021</b>	<b>0.623</b>
<b>Jan 1, 2022</b>	<b>0.177</b>	Jan 1, 2022	0.382	<b>Jan 1, 2022</b>	<b>0.749</b>
<b>Jan 3, 2022,</b>	<b>0.158</b>	Jan 3, 2022	0.198	<b>Jan 3, 2022</b>	<b>0.632</b>
<b>Feb 5, 2022</b>	<b>0.136</b>	Feb 5, 2022	0.149	<b>Feb 5, 2022</b>	<b>0.311</b>
<b>Feb 20, 2022</b>	<b>0.116</b>	Feb 20, 2022	0.114	<b>Feb 20, 2022</b>	<b>0.54</b>
<b>Mar 2, 2022</b>	<b>0.116</b>	Mar 2, 2022	0.11	<b>Mar 2, 2022</b>	<b>0.534</b>
<b>Mar 29, 2022</b>	<b>0.13</b>	Mar 29, 2022	0.133	<b>Mar 29, 2022</b>	<b>0.551</b>
<b>Apr 6, 2022</b>	<b>0.122</b>	Apr 6, 2022	0.1	<b>Apr 6, 2022</b>	<b>0.12</b>
<b>Apr 11, 2022</b>	<b>0.138</b>	Apr 11, 2022	0.103	<b>Apr 11, 2022</b>	<b>0.449</b>
<b>Apr 13, 2022</b>	<b>0.143</b>	Apr 13, 2022	0.142	<b>Apr 13, 2022</b>	<b>0.287</b>
<b>Apr 16, 2022</b>	<b>0.138</b>	Apr 16, 2022	0.134	<b>Apr 16, 2022</b>	<b>0.389</b>
<b>Apr 18, 2022</b>	<b>0.143</b>	Apr 18, 2022	0.136	<b>Apr 18, 2022</b>	<b>0.359</b>
<b>Apr 21, 2022,</b>	<b>0.138</b>	Apr 21, 2022	0.127	<b>Apr 21, 2022</b>	<b>0.346</b>
<b>Apr 23, 2022</b>	<b>0.135</b>	Apr 23, 2022	0.14	<b>Apr 23, 2022</b>	<b>0.299</b>
<b>Apr 26, 2022</b>	<b>,0.13</b>	Apr 26, 2022	0.125	<b>Apr 26, 2022</b>	<b>0.307</b>
<b>May 1, 2022</b>	<b>3</b>	May 1, 2022	0.112	<b>May 1, 2022</b>	<b>0.277</b>
<b>May 3, 2022</b>	<b>0.128</b>	May 3, 2022	0.118	<b>May 3, 2022</b>	<b>0.285</b>
<b>May 6, 2022</b>	<b>0.135</b>	May 6, 2022	0.11	<b>May 6, 2022</b>	<b>0.289</b>
<b>May 11, 2022</b>	<b>0.141</b>	May 11, 2022	0.1	<b>May 11, 2022</b>	<b>0.286</b>
<b>May 13, 2022</b>	<b>0.139</b>	May 13, 2022	0.102	<b>May 13, 2022</b>	<b>0.292</b>
<b>May 16, 2022</b>	<b>0.14</b>	May 16, 2022	0.099	<b>May 16, 2022</b>	<b>0.28</b>
<b>May 18, 2022</b>	<b>0.133</b>	May 18, 2022	0.088	<b>May 18, 2022</b>	<b>0.265</b>
<b>May 21, 2022</b>	<b>0.142</b>	May 21, 2022	0.074	<b>May 21, 2022</b>	<b>0.253</b>
<b>May 23, 2022</b>	<b>0.143</b>	May 23, 2022	0.081	<b>May 23, 2022</b>	<b>0.249</b>
<b>May 26, 2022</b>	<b>0.145</b>	May 26, 2022	0.062	<b>May 26, 2022</b>	<b>0.128</b>

---

---

<b>May 28, 2022</b>	<b>0.089</b>	May 28, 2022	0.075	<b>May 28, 2022</b>	<b>0.226</b>
<b>May 31, 2022</b>	<b>0.135</b>	May 31, 2022	0.07	<b>May 31, 2022</b>	<b>0.205</b>
<b>Jun 2, 2022,</b>	<b>0.124</b>	Jun 2, 2022	0.069	<b>Jun 2, 2022</b>	<b>0.213</b>
<b>Jun 7, 2022,</b>	<b>0.123</b>	Jun 7, 2022	0.053	<b>Jun 7, 2022</b>	<b>0.228</b>
<b>Jun 10, 2022,</b>	<b>0.14</b>	Jun 10, 2022	0.053	<b>Jun 10, 2022</b>	<b>0.1</b>
<b>Jun 12, 2022,</b>	<b>0.073</b>	Jun 12, 2022	0.043	<b>Jun 12, 2022</b>	<b>0.198</b>
<b>Jun 15, 2022,</b>	<b>0.138</b>	Jun 15, 2022	0.047	<b>Jun 15, 2022</b>	<b>0.188</b>
<b>Jun 17, 2022,</b>	<b>0.133</b>	Jun 17, 2022	0.036	<b>Jun 17, 2022</b>	<b>0.19</b>
<b>Jun 20, 2022,</b>	<b>0.135</b>	Jun 20, 2022	0.027	<b>Jun 20, 2022</b>	<b>0.171</b>
<b>Jun 22, 2022</b>	<b>0.12</b>	Jun 22, 2022	0.029	<b>Jun 22, 2022</b>	<b>0.18</b>
<b>Jun 25, 2022,</b>	<b>0.133</b>	Jun 25, 2022	0.037	<b>Jun 25, 2022</b>	<b>0.172</b>
<b>Jun 27, 2022,</b>	<b>0.124</b>	Jun 27, 2022	0.028	<b>Jun 27, 2022</b>	<b>0.172</b>
<b>Jun 30, 2022,</b>	<b>0.122</b>	Jun 30, 2022	0.036	<b>Jun 30, 2022</b>	<b>0.172</b>
<b>Jul 2, 2022,</b>	<b>0.12</b>	Jul 2, 2022	0.079	<b>Jul 2, 2022</b>	<b>0.109</b>
<b>Jul 5, 2022,</b>	<b>0.093</b>	Jul 5, 2022	0.036	<b>Jul 5, 2022</b>	<b>0.169</b>
<b>Jul 7, 2022,</b>	<b>0.119</b>	Jul 7, 2022	0.012	<b>Jul 7, 2022</b>	<b>0.162</b>
<b>Jul 10, 2022,</b>	<b>0.119</b>	Jul 10, 2022	0.046	<b>Jul 10, 2022</b>	<b>0.143</b>
<b>Jul 12, 2022,</b>	<b>0.104</b>	Jul 12, 2022	0.035	<b>Jul 12, 2022</b>	<b>0.151</b>
<b>Jul 17, 2022,</b>	<b>0.115</b>	Jul 17, 2022	0.007	<b>Jul 17, 2022</b>	<b>0.169</b>
<b>Jul 20, 2022,</b>	<b>0.112</b>	Jul 20, 2022	0.05	<b>Jul 20, 2022</b>	<b>0.156</b>
<b>Jul 22, 2022,</b>	<b>0.098</b>	Jul 22, 2022	0.009	<b>Jul 22, 2022</b>	<b>0.172</b>
<b>Jul 25, 2022,</b>	<b>0.111</b>	Jul 25, 2022	0.011	<b>Jul 25, 2022</b>	<b>0.191</b>
<b>Jul 27, 2022,</b>	<b>0.105</b>	Jul 27, 2022	0.008	<b>Jul 27, 2022</b>	<b>0.225</b>
<b>Jul 30, 2022,</b>	<b>0.114</b>	Jul 30, 2022	0.006	<b>Jul 30, 2022</b>	<b>0.218</b>
<b>Aug 1, 2022,</b>	<b>0.11</b>	Aug 1, 2022	0.008	<b>Aug 1, 2022</b>	<b>0.236</b>
<b>Aug 4, 2022,</b>	<b>0.11</b>	Aug 4, 2022	0.031	<b>Aug 4, 2022</b>	<b>0.228</b>
<b>Aug 6, 2022,</b>	<b>0.101</b>	Aug 6, 2022	-0.007	<b>Aug 6, 2022</b>	<b>0.233</b>
<b>Aug 9, 2022,</b>	<b>0.106</b>	Aug 9, 2022	0.004	<b>Aug 9, 2022</b>	<b>0.272</b>
<b>Aug 11, 2022</b>	<b>0.109</b>	Aug 11, 2022	-0.004	<b>Aug 11, 2022</b>	<b>0.277</b>
<b>Aug 14, 2022</b>	<b>0.107</b>	Aug 14, 2022	0.004	<b>Aug 14, 2022</b>	<b>0.284</b>
<b>Aug 16, 2022</b>	<b>0.105</b>	Aug 16, 2022	0.001	<b>Aug 16, 2022</b>	<b>0.287</b>

---

---

<b>Aug 19, 2022</b>	<b>0.105</b>	Aug 19, 2022	0.004	<b>Aug 19, 2022</b>	<b>0.099</b>
<b>Aug 21, 2022</b>	<b>0.106</b>	Aug 21, 2022	0.003	<b>Aug 21, 2022</b>	<b>0.316</b>
<b>Aug 24, 2022</b>	<b>0.103</b>	Aug 24, 2022	0.014	<b>Aug 24, 2022</b>	<b>0.3</b>
<b>Aug 29, 2022</b>	<b>0.102</b>	Aug 29, 2022	0.009	<b>Aug 29, 2022</b>	<b>0.339</b>
<b>Aug 31, 2022</b>	<b>0.095</b>	Aug 31, 2022	0.127	<b>Aug 31, 2022</b>	<b>0.381</b>
<b>Sep 8, 2022,</b>	<b>0.086</b>	Sep 8, 2022	0.013	<b>Sep 8, 2022</b>	<b>0.407</b>
<b>Sep 13, 2022</b>	<b>0.104</b>	Sep 13, 2022	0.033	<b>Sep 13, 2022</b>	<b>0.434</b>
<b>Sep 15, 2022</b>	<b>0.108</b>	Sep 15, 2022	0.017	<b>Sep 15, 2022</b>	<b>0.479</b>
<b>Sep 18, 2022</b>	<b>0.113</b>	Sep 18, 2022	0.033	<b>Sep 18, 2022</b>	<b>0.473</b>
<b>Sep 20, 2022</b>	<b>0.11</b>	Sep 20, 2022	0.024	<b>Sep 20, 2022</b>	<b>0.482</b>
<b>Sep 23, 2022</b>	<b>0.113</b>	Sep 23, 2022	0.027	<b>Sep 23, 2022</b>	<b>0.157</b>
<b>Sep 25, 2022</b>	<b>0.108</b>	Sep 25, 2022	0.126	<b>Sep 25, 2022</b>	<b>0.133</b>
<b>Sep 28, 2022</b>	<b>0.122</b>	Sep 28, 2022	0.025	<b>Sep 28, 2022</b>	<b>0.462</b>
<b>Sep 30, 2022</b>	<b>0.107</b>	Sep 30, 2022	0.072	<b>Sep 30, 2022</b>	<b>0.362</b>
<b>Oct 5, 2022</b>	<b>0.111</b>	Oct 5, 2022	0.044	<b>Oct 5, 2022</b>	<b>0.455</b>
<b>Oct 8, 2022</b>	<b>0.118</b>	Oct 8, 2022	0.04	<b>Oct 8, 2022</b>	<b>0.448</b>
<b>Oct 10, 2022</b>	<b>0.115</b>	Oct 10, 2022	0.036	<b>Oct 10, 2022</b>	<b>0.447</b>
<b>Oct 13, 2022</b>	<b>0.115</b>	Oct 13, 2022	0.029	<b>Oct 13, 2022</b>	<b>0.432</b>
<b>Oct 23, 2022</b>	<b>0.115</b>	Oct 23, 2022	0.075	<b>Oct 23, 2022</b>	<b>0.358</b>
<b>Oct 25, 2022</b>	<b>0.118</b>	Oct 25, 2022	0.048	<b>Oct 25, 2022</b>	<b>0.437</b>
<b>Oct 28, 2022</b>	<b>0.109</b>	Oct 28, 2022	0.033	<b>Oct 28, 2022</b>	<b>0.455</b>
<b>Oct 30, 2022</b>	<b>0.111</b>	Oct 30, 2022	0.053	<b>Oct 30, 2022</b>	<b>0.455</b>
<b>Nov 2, 2022</b>	<b>0.106</b>	Nov 2, 2022	0.032	<b>Nov 2, 2022</b>	<b>0.48</b>
<b>Nov 4, 2022,</b>	<b>0.096</b>	Nov 4, 2022	0.06	<b>Nov 4, 2022</b>	<b>0.479</b>
<b>Nov 7, 2022,</b>	<b>0.102</b>	Nov 7, 2022	0.046	<b>Nov 7, 2022</b>	<b>0.472</b>
<b>Nov 9, 2022,</b>	<b>0.084</b>	Nov 9, 2022	0.052	<b>Nov 9, 2022</b>	<b>0.492</b>
<b>Nov 12, 2022</b>	<b>0.09</b>	Nov 12, 2022	0.073	<b>Nov 12, 2022</b>	<b>0.397</b>
<b>Nov 14, 2022</b>	<b>0.08</b>	Nov 14, 2022	0.063	<b>Nov 14, 2022</b>	<b>0.493</b>
<b>Nov 17, 2022</b>	<b>0.094</b>	Nov 17, 2022	0.052	<b>Nov 17, 2022</b>	<b>0.464</b>
<b>Dec 2, 2022</b>	<b>0.083</b>	Dec 2, 2022	0.069	<b>Dec 2, 2022</b>	<b>0.255</b>
<b>Dec 24, 2022</b>	<b>0.085</b>	Dec 24, 2022	0.048	<b>Dec 24, 2022</b>	<b>0.473</b>

---

---

<b>Dec 27, 2022</b>	<b>0.099</b>	Dec 27, 2022	0.039	<b>Dec 27, 2022</b>	<b>0.171</b>
<b>Jan 11, 2023</b>	<b>0.09</b>	Jan 11, 2023	0.062	<b>Jan 11, 2023</b>	<b>0.214</b>
<b>Jan 16, 2023</b>	<b>0.109</b>	Jan 16, 2023	0.066	<b>Jan 16, 2023</b>	<b>0.399</b>
<b>Jan 23, 2023</b>	<b>0.096</b>	Jan 23, 2023	0.027	<b>Jan 23, 2023</b>	<b>0.016</b>
<b>Feb 17, 2023</b>	<b>0.033</b>	Feb 17, 2023	0.101	<b>Feb 17, 2023</b>	<b>0.449</b>
<b>Feb 25, 2023,</b>	<b>0.127</b>	Feb 25, 2023	0.104	<b>Feb 25, 2023</b>	<b>0.389</b>
<b>Mar 2, 2023,</b>	<b>0.153</b>	Mar 2, 2023	0.114	<b>Mar 2, 2023</b>	<b>0.456</b>
<b>Mar 4, 2023,</b>	<b>0.165</b>	Mar 4, 2023	0.153	<b>Mar 4, 2023</b>	<b>0.426</b>
<b>Apr 6, 2023,</b>	<b>0.211</b>	Apr 6, 2023	0.124	<b>Apr 6, 2023</b>	<b>0.392</b>
<b>Apr 18, 2023,</b>	<b>0.243</b>	Apr 18, 2023	0.089	<b>Apr 18, 2023</b>	<b>0.369</b>
<b>Apr 21, 2023,</b>	<b>0.213</b>	Apr 21, 2023	0.108	<b>Apr 21, 2023</b>	<b>0.378</b>
<b>Apr 23, 2023,</b>	<b>0.202</b>	Apr 23, 2023	0.122	<b>Apr 23, 2023</b>	<b>0.375</b>
<b>Apr 26, 2023,</b>	<b>0.206</b>	Apr 26, 2023	0.102	<b>Apr 26, 2023</b>	<b>0.392</b>
<b>Apr 28, 2023,</b>	<b>0.196</b>	Apr 28, 2023	0.098	<b>Apr 28, 2023</b>	<b>0.398</b>
<b>May 1, 2023,</b>	<b>0.189</b>	May 1, 2023	0.096	<b>May 1, 2023</b>	<b>0.39</b>
<b>May 3, 2023,</b>	<b>0.17</b>	May 3, 2023	0.095	<b>May 3, 2023</b>	<b>0.401</b>
<b>May 11, 2023</b>	<b>0.178</b>	May 11, 2023	0.055	<b>May 11, 2023</b>	<b>0.405</b>
<b>May 13, 2023</b>	<b>0.149</b>	May 13, 2023	0.073	<b>May 13, 2023</b>	<b>0.395</b>
<b>May 16, 2023</b>	<b>0.181</b>	May 16, 2023	0.026	<b>May 16, 2023</b>	<b>0.432</b>
<b>May 18, 2023</b>	<b>0.172</b>	May 18, 2023	0.039	<b>May 18, 2023</b>	<b>0.427</b>
<b>May 21, 2023</b>	<b>0.163</b>	May 21, 2023	0.037	<b>May 21, 2023</b>	<b>0.433</b>
<b>May 23, 2023</b>	<b>0.154</b>	May 23, 2023	0.055	<b>May 23, 2023</b>	<b>0.382</b>
<b>May 26, 2023</b>	<b>0.147</b>	May 26, 2023	0.033	<b>May 26, 2023</b>	<b>0.389</b>
<b>May 28, 2023</b>	<b>0.14</b>	May 28, 2023	0.002	<b>May 28, 2023</b>	<b>0.381</b>
<b>May 31, 2023</b>	<b>0.121</b>	May 31, 2023	0.004	<b>May 31, 2023</b>	<b>0.378</b>
<b>Jun 2, 2023</b>	<b>0.132</b>	Jun 2, 2023	0.022	<b>Jun 2, 2023</b>	<b>0.361</b>
<b>Jun 5, 2023</b>	<b>0.136</b>	Jun 5, 2023	0.015	<b>Jun 5, 2023</b>	<b>0.366</b>
<b>Jun 7, 2023</b>	<b>0.129</b>	Jun 7, 2023	0.008	<b>Jun 7, 2023</b>	<b>0.376</b>
<b>Jun 10, 2023</b>	<b>0.14</b>	Jun 10, 2023	-0.005	<b>Jun 10, 2023</b>	<b>0.367</b>
<b>Jun 12, 2023</b>	<b>0.127</b>	Jun 12, 2023	-0.013	<b>Jun 12, 2023</b>	<b>0.367</b>
<b>Jun 15, 2023</b>	<b>0.133</b>	Jun 15, 2023	-0.004	<b>Jun 15, 2023</b>	<b>0.374</b>

---

<b>Jun 17, 2023</b>	<b>0.122</b>	Jun 17, 2023	-0.018	<b>Jun 17, 2023</b>	<b>0.374</b>
<b>Jun 20, 2023</b>	<b>0.132</b>	Jun 20, 2023	-0.01	<b>Jun 20, 2023</b>	<b>0.37</b>
<b>Jun 22, 2023</b>	<b>0.124</b>	Jun 22, 2023	-0.011	<b>Jun 22, 2023</b>	<b>0.361</b>
<b>Jun 25, 2023</b>	<b>0.127</b>	Jun 25, 2023	-0.001	<b>Jun 25, 2023</b>	<b>0.366</b>
<b>Jun 27, 2023</b>	<b>0.118</b>	Jun 27, 2023	-0.013	<b>Jun 27, 2023</b>	<b>0.37</b>
<b>Jun 30, 2023</b>	<b>0.114</b>	Jun 30, 2023	-0.004	<b>Jun 30, 2023</b>	<b>0.38</b>
<b>Jul 2, 2023</b>	<b>0.105</b>	Jul 2, 2023	-0.016	<b>Jul 2, 2023</b>	<b>0.393</b>
<b>Jul 5, 2023</b>	<b>0.117</b>	Jul 5, 2023	0.005	<b>Jul 5, 2023</b>	<b>0.391</b>
<b>Jul 7, 2023</b>	<b>0.113</b>	Jul 7, 2023	-0.036	<b>Jul 7, 2023</b>	<b>0.408</b>
<b>Jul 10, 2023</b>	<b>0.112</b>	Jul 10, 2023	-0.025	<b>Jul 10, 2023</b>	<b>0.391</b>
<b>Jul 12, 2023</b>	<b>0.133</b>	Jul 12, 2023	-0.04	<b>Jul 12, 2023</b>	<b>0.412</b>
<b>Jul 15, 2023</b>	<b>0.136</b>	Jul 15, 2023	-0.016	<b>Jul 15, 2023</b>	<b>0.436</b>
<b>Jul 17, 2023</b>	<b>0.124</b>	Jul 17, 2023	-0.022	<b>Jul 17, 2023</b>	<b>0.43</b>
<b>Jul 20, 2023</b>	<b>0.124</b>	Jul 20, 2023	-0.004	<b>Jul 20, 2023</b>	<b>0.44</b>
	<b>0.130</b>				

**Tabla 18** *Datos de cobertura forestal.*

<b>LON:-68.26</b>		<b>LON:-68.24</b>		<b>LON:-68.29</b>	
<b>LAT: -16.56</b>		<b>LAT:-16.57</b>		<b>LAT: -16.57</b>	
<b>Mar 28, 2016</b>	<b>0.024</b>	Mar 28, 2016	0.091	<b>Mar 28, 2016</b>	<b>0.72</b>
<b>May 4, 2016</b>	<b>-0.031</b>	May 4, 2016	0.075	<b>May 4, 2016</b>	<b>0.386</b>
<b>May 7, 2016</b>	<b>-0.068</b>	May 7, 2016	0.038	<b>May 7, 2016</b>	<b>0.433</b>
<b>May 27, 2016</b>	<b>-0.126</b>	May 27, 2016	0.039	<b>May 27, 2016</b>	<b>0.319</b>
<b>Jun 13, 2016</b>	<b>-0.115</b>	Jun 13, 2016	0.051	<b>Jun 13, 2016</b>	<b>0.19</b>
<b>Jun 16, 2016</b>	<b>-0.165</b>	Jun 16, 2016	0.068	<b>Jun 16, 2016</b>	<b>0.206</b>
<b>Aug 25, 2016</b>	<b>-0.014</b>	Aug 25, 2016	0.044	<b>Aug 25, 2016</b>	<b>0.31</b>
<b>Feb 1, 2017</b>	<b>0.022</b>	Feb 1, 2017	0.018	<b>Feb 1, 2017</b>	<b>0.36</b>
<b>Mar 20, 2017</b>	<b>0.036</b>	Mar 20, 2017	0.113	<b>Mar 20, 2017</b>	<b>0.468</b>
<b>May 9, 2017</b>	<b>-0.033</b>	May 9, 2017	0.083	<b>May 9, 2017</b>	<b>0.436</b>
<b>Sep 21, 2017</b>	<b>-0.098</b>	Sep 21, 2017	0.078	<b>Sep 21, 2017</b>	<b>0.545</b>
<b>Sep 24, 2017</b>	<b>-0.08</b>	Sep 24, 2017	0.047	<b>Sep 24, 2017</b>	<b>0.706</b>

---

<b>Oct 19, 2017</b>	<b>-0.031</b>	Oct 19, 2017	0.06	<b>Oct 19, 2017</b>	<b>0.495</b>
<b>Mar 23, 2018</b>	<b>0.102</b>	Mar 23, 2018	0.077	<b>Mar 23, 2018</b>	<b>0.624</b>
<b>Apr 9, 2018</b>	<b>0.059</b>	Apr 9, 2018	0.094	<b>Apr 9, 2018</b>	<b>0.54</b>
<b>Apr 17, 2018</b>	<b>-0.01</b>	Apr 17, 2018	0.029	<b>Apr 17, 2018</b>	<b>0.485</b>
<b>Apr 19, 2018</b>	<b>-0.01</b>	Apr 19, 2018	0.093	<b>Apr 19, 2018</b>	<b>0.491</b>
<b>Apr 22, 2018</b>	<b>0.092</b>	Apr 22, 2018	0.085	<b>Apr 22, 2018</b>	<b>0.457</b>
<b>May 2, 2018</b>	<b>-0.034</b>	May 2, 2018	0.028	<b>May 2, 2018</b>	<b>0.496</b>
<b>May 7, 2018</b>	<b>-0.069</b>	May 7, 2018	0.031	<b>May 7, 2018</b>	<b>0.518</b>
<b>May 12, 2018</b>	<b>0.044</b>	May 12, 2018	0.038	<b>May 12, 2018</b>	<b>0.495</b>
<b>Jun 18, 2018</b>	<b>-0.185</b>	Jun 18, 2018	0.039	<b>Jun 18, 2018</b>	<b>0.442</b>
<b>Jun 23, 2018</b>	<b>-0.225</b>	Jun 23, 2018	0.064	<b>Jun 23, 2018</b>	<b>0.429</b>
<b>Jun 26, 2018</b>	<b>-0.169</b>	Jun 26, 2018	0.052	<b>Jun 26, 2018</b>	<b>0.459</b>
<b>Jun 28, 2018</b>	<b>-0.221</b>	Jun 28, 2018	0.052	<b>Jun 28, 2018</b>	<b>0.464</b>
<b>Jul 23, 2018</b>	<b>-0.201</b>	Jul 23, 2018	0.064	<b>Jul 23, 2018</b>	<b>0.49</b>
<b>Jul 28, 2018</b>	<b>-0.185</b>	Jul 28, 2018	0.07	<b>Jul 28, 2018</b>	<b>0.474</b>
<b>Aug 12, 2018</b>	<b>-0.163</b>	Aug 12, 2018	0.054	<b>Aug 12, 2018</b>	<b>0.499</b>
<b>Sep 9, 2018</b>	<b>-0.084</b>	Sep 9, 2018	0.058	<b>Sep 9, 2018</b>	<b>0.532</b>
<b>Sep 21, 2018</b>	<b>-0.012</b>	Sep 21, 2018	0.063	<b>Sep 21, 2018</b>	<b>0.439</b>
<b>Oct 16, 2018</b>	<b>-0.062</b>	Oct 16, 2018	0.045	<b>Oct 16, 2018</b>	<b>0.57</b>
<b>Nov 3, 2018</b>	<b>-0.006</b>	Nov 3, 2018	0.067	<b>Nov 3, 2018</b>	<b>0.545</b>
<b>Mar 8, 2019</b>	<b>0.004</b>	Mar 8, 2019	0.049	<b>Mar 8, 2019</b>	<b>0.591</b>
<b>Mar 23, 2019</b>	<b>0.009</b>	Mar 23, 2019	0.107	<b>Mar 23, 2019</b>	<b>0.642</b>
<b>Apr 7, 2019</b>	<b>-0.01</b>	Apr 7, 2019	0.051	<b>Apr 7, 2019</b>	<b>0.557</b>
<b>Apr 9, 2019</b>	<b>-0.015</b>	Apr 9, 2019	0.058	<b>Apr 9, 2019</b>	<b>0.528</b>
<b>May 4, 2019</b>	<b>-0.077</b>	May 4, 2019	0.074	<b>May 4, 2019</b>	<b>0.448</b>
<b>Jun 18, 2019</b>	<b>-0.156</b>	Jun 18, 2019	0.082	<b>Jun 18, 2019</b>	<b>0.369</b>
<b>Jun 28, 2019</b>	<b>-0.154</b>	Jun 28, 2019	0.08	<b>Jun 28, 2019</b>	<b>0.34</b>
<b>Jul 1, 2019</b>	<b>-0.172</b>	Jul 1, 2019	0.035	<b>Jul 1, 2019</b>	<b>0.381</b>
<b>Jul 16, 2019</b>	<b>-0.146</b>	Jul 16, 2019	0.037	<b>Jul 16, 2019</b>	<b>0.433</b>
<b>Sep 16, 2019</b>	<b>-0.105</b>	Sep 16, 2019	-0.004	<b>Sep 16, 2019</b>	<b>0.526</b>
<b>Nov 18, 2019</b>	<b>-0.04</b>	Nov 18, 2019	0.037	<b>Nov 18, 2019</b>	<b>0.65</b>

---



---

<b>Apr 1, 2020</b>	<b>0.06</b>	Apr 1, 2020	0.036	<b>Apr 1, 2020</b>	<b>0.749</b>
<b>Apr 6, 2020</b>	<b>0.226</b>	Apr 6, 2020	0.048	<b>Apr 6, 2020</b>	<b>0.687</b>
<b>Apr 16, 2020</b>	<b>-0.003</b>	Apr 16, 2020	0.045	<b>Apr 16, 2020</b>	<b>0.633</b>
<b>Apr 23, 2020</b>	<b>-0.044</b>	Apr 23, 2020	0.072	<b>Apr 23, 2020</b>	<b>0.486</b>
<b>Apr 28, 2020</b>	<b>0.139</b>	Apr 28, 2020	0.026	<b>Apr 28, 2020</b>	<b>0.253</b>
<b>May 1, 2020</b>	<b>-0.098</b>	May 1, 2020	0.076	<b>May 1, 2020</b>	<b>0.507</b>
<b>May 18, 2020</b>	<b>-0.088</b>	May 18, 2020	0.069	<b>May 18, 2020</b>	<b>0.524</b>
<b>May 21, 2020</b>	<b>-0.199</b>	May 21, 2020	0.168	<b>May 21, 2020</b>	<b>0.327</b>
<b>Jun 7, 2020</b>	<b>-0.211</b>	Jun 7, 2020	0.025	<b>Jun 7, 2020</b>	<b>0.508</b>
<b>Jun 15, 2020</b>	<b>-0.152</b>	Jun 15, 2020	0.055	<b>Jun 15, 2020</b>	<b>0.508</b>
<b>Jun 17, 2020</b>	<b>-0.191</b>	Jun 17, 2020	0.077	<b>Jun 17, 2020</b>	<b>0.478</b>
<b>Aug 24, 2020</b>	<b>-0.15</b>	Aug 24, 2020	0.042	<b>Aug 24, 2020</b>	<b>0.54</b>
<b>Aug 26, 2020</b>	<b>-0.159</b>	Aug 26, 2020	0.062	<b>Aug 26, 2020</b>	<b>0.507</b>
<b>Sep 5, 2020</b>	<b>-0.171</b>	Sep 5, 2020	0.043	<b>Sep 5, 2020</b>	<b>0.531</b>
<b>Oct 8, 2020</b>	<b>-0.135</b>	Oct 8, 2020	0.027	<b>Oct 8, 2020</b>	<b>0.601</b>
<b>Dec 12, 2020</b>	<b>-0.028</b>	Dec 12, 2020	0.054	<b>Dec 12, 2020</b>	<b>0.602</b>
<b>Feb 25, 2021</b>	<b>-0.032</b>	Feb 25, 2021	0.093	<b>Feb 25, 2021</b>	<b>0.641</b>
<b>Apr 16, 2021</b>	<b>-0.024</b>	Apr 16, 2021	0.078	<b>Apr 16, 2021</b>	<b>0.672</b>
<b>Apr 18, 2021</b>	<b>-0.018</b>	Apr 18, 2021	0.094	<b>Apr 18, 2021</b>	<b>0.648</b>
<b>Apr 21, 2021</b>	<b>0.039</b>	Apr 21, 2021	0.112	<b>Apr 21, 2021</b>	<b>0.634</b>
<b>Apr 26, 2021</b>	<b>-0.027</b>	Apr 26, 2021	0.088	<b>Apr 26, 2021</b>	<b>0.685</b>
<b>Apr 28, 2021</b>	<b>0.038</b>	Apr 28, 2021	0.095	<b>Apr 28, 2021</b>	<b>0.628</b>
<b>May 1, 2021</b>	<b>0.028</b>	May 1, 2021	0.103	<b>May 1, 2021</b>	<b>0.551</b>
<b>May 3, 2021</b>	<b>-0.157</b>	May 3, 2021	0.091	<b>May 3, 2021</b>	<b>0.663</b>
<b>May 6, 2021</b>	<b>0.007</b>	May 6, 2021	0.051	<b>May 6, 2021</b>	<b>0.534</b>
<b>May 8, 2021</b>	<b>0.021</b>	May 8, 2021	0.077	<b>May 8, 2021</b>	<b>0.674</b>
<b>May 11, 2021</b>	<b>-0.081</b>	May 11, 2021	0.074	<b>May 11, 2021</b>	<b>0.665</b>
<b>May 16, 2021</b>	<b>-0.129</b>	May 16, 2021	0.078	<b>May 16, 2021</b>	<b>0.709</b>
<b>May 18, 2021</b>	<b>-0.169</b>	May 18, 2021	0.093	<b>May 18, 2021</b>	<b>0.637</b>
<b>May 21, 2021</b>	<b>0.02</b>	May 21, 2021	0.054	<b>May 21, 2021</b>	<b>0.576</b>
<b>May 28, 2021</b>	<b>-0.144</b>	May 28, 2021	0.046	<b>May 28, 2021</b>	<b>0.556</b>

---

---

<b>Jun 2, 2021</b>	<b>-0.174</b>	Jun 2, 2021	0.052	<b>Jun 2, 2021</b>	<b>0.568</b>
<b>Jun 5, 2021</b>	<b>-0.167</b>	Jun 5, 2021	0.073	<b>Jun 5, 2021</b>	<b>0.578</b>
<b>Jun 7, 2021</b>	<b>-0.16</b>	Jun 7, 2021	0.061	<b>Jun 7, 2021</b>	<b>0.56</b>
<b>Jun 10, 2021</b>	<b>0.035</b>	Jun 10, 2022	0.071	<b>Jun 10, 2021</b>	<b>0.356</b>
<b>Jun 12, 2021</b>	<b>-0.156</b>	Jun 12, 2021	0.052	<b>Jun 12, 2021</b>	<b>0.49</b>
<b>Jun 15, 2021</b>	<b>-0.133</b>	Jun 15, 2021	0.034	<b>Jun 15, 2021</b>	<b>0.474</b>
<b>Jun 17, 2021</b>	<b>-0.127</b>	Jun 17, 2021	0.068	<b>Jun 17, 2021</b>	<b>0.364</b>
<b>Jun 20, 2021</b>	<b>-0.19</b>	Jun 20, 2021	0.031	<b>Jun 20, 2021</b>	<b>0.487</b>
<b>Jun 22, 2021</b>	<b>-0.182</b>	Jun 22, 2021	0.048	<b>Jun 22, 2021</b>	<b>0.459</b>
<b>Jun 25, 2021</b>	<b>-0.162</b>	Jun 25, 2021	0.035	<b>Jun 25, 2021</b>	<b>0.497</b>
<b>Jun 30, 2021</b>	<b>-0.176</b>	Jun 30, 2021	0.072	<b>Jun 30, 2021</b>	<b>0.524</b>
<b>Jul 2, 2021</b>	<b>-0.187</b>	Jul 2, 2021	0.045	<b>Jul 2, 2021</b>	<b>0.507</b>
<b>Jul 5, 2021</b>	<b>-0.181</b>	Jul 5, 2021	0.018	<b>Jul 5, 2021</b>	<b>0.52</b>
<b>Jul 7, 2021</b>	<b>-0.189</b>	Jul 7, 2021	0.039	<b>Jul 7, 2021</b>	<b>0.45</b>
<b>Jul 10, 2021</b>	<b>-0.177</b>	Jul 10, 2021	0.071	<b>Jul 10, 2021</b>	<b>0.441</b>
<b>Jul 12, 2021</b>	<b>-0.207</b>	Jul 12, 2021	0.034	<b>Jul 12, 2021</b>	<b>0.445</b>
<b>Jul 15, 2021</b>	<b>-0.164</b>	Jul 15, 2021	0.026	<b>Jul 15, 2021</b>	<b>0.53</b>
<b>Jul 17, 2021</b>	<b>-0.186</b>	Jul 17, 2021	0.058	<b>Jul 17, 2021</b>	<b>0.519</b>
<b>Jul 20, 2021</b>	<b>-0.157</b>	Jul 20, 2021	0.064	<b>Jul 20, 2021</b>	<b>0.522</b>
<b>Jul 22, 2021</b>	<b>-0.163</b>	Jul 22, 2021	0.055	<b>Jul 22, 2021</b>	<b>0.498</b>
<b>Jul 27, 2021</b>	<b>-0.19</b>	Jul 27, 2021	0.034	<b>Jul 27, 2021</b>	<b>0.481</b>
<b>Jul 30, 2021</b>	<b>-0.029</b>	Jul 30, 2021	0.045	<b>Jul 30, 2021</b>	<b>0.362</b>
<b>Aug 6, 2021</b>	<b>-0.175</b>	Aug 6, 2021	0.049	<b>Aug 6, 2021</b>	<b>0.578</b>
<b>Aug 9, 2021</b>	<b>-0.147</b>	Aug 9, 2021	0.074	<b>Aug 9, 2021</b>	<b>0.582</b>
<b>Aug 11, 2021</b>	<b>-0.177</b>	Aug 11, 2021	0.07	<b>Aug 11, 2021</b>	<b>0.547</b>
<b>Aug 14, 2021</b>	<b>-0.198</b>	Aug 14, 2021	0.043	<b>Aug 14, 2021</b>	<b>0.58</b>
<b>Aug 16, 2021</b>	<b>-0.191</b>	Aug 16, 2021	0.052	<b>Aug 16, 2021</b>	<b>0.525</b>
<b>Aug 19, 2021</b>	<b>-0.163</b>	Aug 19, 2021	0.05	<b>Aug 19, 2021</b>	<b>0.57</b>
<b>Aug 21, 2021</b>	<b>-0.168</b>	Aug 21, 2021	0.056	<b>Aug 21, 2021</b>	<b>0.54</b>
<b>Aug 24, 2021</b>	<b>-0.147</b>	Aug 24, 2021	0.03	<b>Aug 24, 2021</b>	<b>0.631</b>
<b>Aug 26, 2021</b>	<b>-0.131</b>	Aug 26, 2021	0.054	<b>Aug 26, 2021</b>	<b>0.636</b>

---

---

<b>Aug 29, 2021</b>	<b>-0.115</b>	Aug 29, 2021	0.05	<b>Aug 29, 2021</b>	<b>0.64</b>
<b>Aug 31, 2021</b>	<b>-0.179</b>	Aug 31, 2021	0.059	<b>Aug 31, 2021</b>	<b>0.671</b>
<b>Sep 3, 2021</b>	<b>-0.13</b>	Sep 3, 2021	0.025	<b>Sep 3, 2021</b>	<b>0.674</b>
<b>Sep 8, 2021</b>	<b>0.007</b>	Sep 8, 2021	0.039	<b>Sep 8, 2021</b>	<b>0.634</b>
<b>Sep 10, 2021</b>	<b>-0.136</b>	Sep 10, 2021	0.052	<b>Sep 10, 2021</b>	<b>0.685</b>
<b>Sep 18, 2021</b>	<b>-0.122</b>	Sep 18, 2021	0.053	<b>Sep 18, 2021</b>	<b>0.744</b>
<b>Sep 20, 2021</b>	<b>-0.166</b>	Sep 20, 2021	0.035	<b>Sep 20, 2021</b>	<b>0.698</b>
<b>Sep 28, 2021</b>	<b>-0.136</b>	Sep 28, 2021	0.048	<b>Sep 28, 2021</b>	<b>0.696</b>
<b>Sep 30, 2021</b>	<b>0.085</b>	Sep 30, 2021	0.056	<b>Sep 30, 2021</b>	<b>0.655</b>
<b>Oct 3, 2021</b>	<b>-0.122</b>	Oct 3, 2021	0.055	<b>Oct 3, 2021</b>	<b>0.642</b>
<b>Oct 13, 2021</b>	<b>-0.079</b>	Oct 13, 2021	0.04	<b>Oct 13, 2021</b>	<b>0.678</b>
<b>Oct 15, 2021</b>	<b>-0.12</b>	Oct 15, 2021	0.058	<b>Oct 15, 2021</b>	<b>0.693</b>
<b>Oct 18, 2021</b>	<b>-0.086</b>	Oct 18, 2021	0.048	<b>Oct 18, 2021</b>	<b>0.737</b>
<b>Oct 20, 2021</b>	<b>0.065</b>	Oct 20, 2021	0.064	<b>Oct 20, 2021</b>	<b>0.658</b>
<b>Oct 23, 2021</b>	<b>-0.046</b>	Oct 23, 2021	0.058	<b>Oct 23, 2021</b>	<b>0.738</b>
<b>Oct 25, 2021</b>	<b>-0.065</b>	Oct 25, 2021	0.055	<b>Oct 25, 2021</b>	<b>0.687</b>
<b>Oct 30, 2021</b>	<b>-0.102</b>	Oct 30, 2021	0.036	<b>Oct 30, 2021</b>	<b>0.659</b>
<b>Nov 7, 2021</b>	<b>0.059</b>	Nov 7, 2021	0.06	<b>Nov 7, 2021</b>	<b>0.4</b>
<b>Nov 22, 2021</b>	<b>0.021</b>	Nov 22, 2021	0.049	<b>Nov 22, 2021</b>	<b>0.441</b>
<b>Dec 12, 2021</b>	<b>0.074</b>	Dec 12, 2021	0.057	<b>Dec 12, 2021</b>	<b>0.735</b>
<b>Jan 1, 2022</b>	<b>-0.049</b>	Jan 1, 2022	0.069	<b>Jan 1, 2022</b>	<b>0.747</b>
<b>Jan 3, 2022</b>	<b>0.219</b>	Jan 3, 2022	0.034	<b>Jan 3, 2022</b>	<b>0.68</b>
<b>Feb 5, 2022</b>	<b>0.074</b>	Feb 5, 2022	0.073	<b>Feb 5, 2022</b>	<b>0.343</b>
<b>Feb 20, 2022</b>	<b>0.001</b>	Feb 20, 2022	0.041	<b>Feb 20, 2022</b>	<b>0.53</b>
<b>Mar 29, 2022</b>	<b>-0.022</b>	Mar 29, 2022	0.062	<b>Mar 29, 2022</b>	<b>0.533</b>
<b>Apr 6, 2022</b>	<b>-0.017</b>	Apr 6, 2022	0.053	<b>Apr 6, 2022</b>	<b>0.367</b>
<b>Apr 11, 2022</b>	<b>-0.03</b>	Apr 11, 2022	0.04	<b>Apr 11, 2022</b>	<b>0.385</b>
<b>Apr 13, 2022</b>	<b>-0.017</b>	Apr 13, 2022	0.057	<b>Apr 13, 2022</b>	<b>0.343</b>
<b>Apr 16, 2022</b>	<b>-0.049</b>	Apr 16, 2022	0.037	<b>Apr 16, 2022</b>	<b>0.483</b>
<b>Apr 18, 2022</b>	<b>-0.048</b>	Apr 18, 2022	0.057	<b>Apr 18, 2022</b>	<b>0.454</b>
<b>Apr 21, 2022</b>	<b>-0.054</b>	Apr 21, 2022	0.04	<b>Apr 21, 2022</b>	<b>0.445</b>

---

---

<b>Apr 23, 2022</b>	<b>0.01</b>	Apr 23, 2022	0.056	<b>Apr 23, 2022</b>	<b>0.374</b>
<b>Apr 26, 2022</b>	<b>-0.053</b>	Apr 26, 2022	0.062	<b>Apr 26, 2022</b>	<b>0.423</b>
<b>Apr 28, 2022</b>	<b>0.001</b>	Apr 28, 2022	0.054	<b>Apr 28, 2022</b>	<b>0.401</b>
<b>May 1, 2022</b>	<b>-0.048</b>	May 1, 2022	0.022	<b>May 1, 2022</b>	<b>0.391</b>
<b>May 3, 2022</b>	<b>-0.037</b>	May 3, 2022	0.027	<b>May 3, 2022</b>	<b>0.38</b>
<b>May 6, 2022</b>	<b>-0.042</b>	May 6, 2022	0.033	<b>May 6, 2022</b>	<b>0.386</b>
<b>May 11, 2022</b>	<b>-0.041</b>	May 11, 2022	0.036	<b>May 11, 2022</b>	<b>0.389</b>
<b>May 13, 2022</b>	<b>-0.046</b>	May 13, 2022	0.045	<b>May 13, 2022</b>	<b>0.388</b>
<b>May 16, 2022</b>	<b>-0.052</b>	May 16, 2022	0.029	<b>May 16, 2022</b>	<b>0.411</b>
<b>May 18, 2022</b>	<b>-0.053</b>	May 18, 2022	0.038	<b>May 18, 2022</b>	<b>0.392</b>
<b>May 21, 2022</b>	<b>-0.055</b>	May 21, 2022	0.047	<b>May 21, 2022</b>	<b>0.397</b>
<b>May 23, 2022</b>	<b>-0.049</b>	May 23, 2022	0.053	<b>May 23, 2022</b>	<b>0.395</b>
<b>May 26, 2022</b>	<b>0.034</b>	May 26, 2022	0.045	<b>May 26, 2022</b>	<b>0.176</b>
<b>May 28, 2022</b>	<b>-0.052</b>	May 28, 2022	0.053	<b>May 28, 2022</b>	<b>0.402</b>
<b>May 31, 2022</b>	<b>-0.028</b>	May 31, 2022	0.028	<b>May 31, 2022</b>	<b>0.365</b>
<b>Jun 2, 2022</b>	<b>-0.006</b>	Jun 2, 2022	0.027	<b>Jun 2, 2022</b>	<b>0.301</b>
<b>Jun 7, 2022</b>	<b>-0.059</b>	Jun 7, 2022	0.019	<b>Jun 7, 2022</b>	<b>0.444</b>
<b>Jun 10, 2022</b>	<b>0.003</b>	Jun 10, 2022	0.015	<b>Jun 10, 2022</b>	<b>0.264</b>
<b>Jun 12, 2022</b>	<b>-0.046</b>	Jun 12, 2022	0.052	<b>Jun 12, 2022</b>	<b>0.407</b>
<b>Jun 15, 2022</b>	<b>-0.054</b>	Jun 15, 2022	0.026	<b>Jun 15, 2022</b>	<b>0.372</b>
<b>Jun 17, 2022</b>	<b>-0.053</b>	Jun 17, 2022	0.045	<b>Jun 17, 2022</b>	<b>0.356</b>
<b>Jun 20, 2022</b>	<b>-0.055</b>	Jun 20, 2022	0.018	<b>Jun 20, 2022</b>	<b>0.341</b>
<b>Jun 22, 2022</b>	<b>-0.051</b>	Jun 22, 2022	0.03	<b>Jun 22, 2022</b>	<b>0.332</b>
<b>Jun 25, 2022</b>	<b>-0.051</b>	Jun 25, 2022	0.041	<b>Jun 25, 2022</b>	<b>0.354</b>
<b>Jun 27, 2022</b>	<b>-0.065</b>	Jun 27, 2022	0.027	<b>Jun 27, 2022</b>	<b>0.346</b>
<b>Jun 30, 2022</b>	<b>-0.053</b>	Jun 30, 2022	0.026	<b>Jun 30, 2022</b>	<b>0.362</b>
<b>Jul 2, 2022</b>	<b>-0.003</b>	Jul 2, 2022	0.028	<b>Jul 2, 2022</b>	<b>0.262</b>
<b>Jul 5, 2022</b>	<b>-0.039</b>	Jul 5, 2022	0.025	<b>Jul 5, 2022</b>	<b>0.346</b>
<b>Jul 7, 2022</b>	<b>-0.053</b>	Jul 7, 2022	0.038	<b>Jul 7, 2022</b>	<b>0.344</b>
<b>Jul 10, 2022</b>	<b>-0.031</b>	Jul 10, 2022	0.018	<b>Jul 10, 2022</b>	<b>0.297</b>
<b>Jul 12, 2022</b>	<b>-0.038</b>	Jul 12, 2022	0.032	<b>Jul 12, 2022</b>	<b>0.326</b>

---

---

<b>Jul 17, 2022</b>	<b>-0.052</b>	Jul 17, 2022	0.021	<b>Jul 17, 2022</b>	<b>0.352</b>
<b>Jul 20, 2022</b>	<b>0.008</b>	Jul 20, 2022	0.04	<b>Jul 20, 2022</b>	<b>0.237</b>
<b>Jul 22, 2022</b>	<b>-0.058</b>	Jul 22, 2022	0.048	<b>Jul 22, 2022</b>	<b>0.353</b>
<b>Jul 25, 2022</b>	<b>-0.041</b>	Jul 25, 2022	0.027	<b>Jul 25, 2022</b>	<b>0.342</b>
<b>Jul 27, 2022</b>	<b>-0.044</b>	Jul 27, 2022	0.037	<b>Jul 27, 2022</b>	<b>0.371</b>
<b>Jul 30, 2022</b>	<b>-0.052</b>	Jul 30, 2022	0.028	<b>Jul 30, 2022</b>	<b>0.34</b>
<b>Aug 1, 2022</b>	<b>-0.051</b>	Aug 1, 2022	0.038	<b>Aug 1, 2022</b>	<b>0.333</b>
<b>Aug 4, 2022</b>	<b>-0.03</b>	Aug 4, 2022	0.006	<b>Aug 4, 2022</b>	<b>0.304</b>
<b>Aug 6, 2022</b>	<b>0.005</b>	Aug 6, 2022	0.012	<b>Aug 6, 2022</b>	<b>0.154</b>
<b>Aug 9, 2022</b>	<b>-0.051</b>	Aug 9, 2022	0.016	<b>Aug 9, 2022</b>	<b>0.397</b>
<b>Aug 11, 2022</b>	<b>-0.056</b>	Aug 11, 2022	0.03	<b>Aug 11, 2022</b>	<b>0.4</b>
<b>Aug 14, 2022</b>	<b>-0.047</b>	Aug 14, 2022	0.044	<b>Aug 14, 2022</b>	<b>0.404</b>
<b>Aug 16, 2022</b>	<b>-0.058</b>	Aug 16, 2022	0.04	<b>Aug 16, 2022</b>	<b>0.411</b>
<b>Aug 19, 2022</b>	<b>-0.128</b>	Aug 19, 2022	-0.018	<b>Aug 19, 2022</b>	<b>0.428</b>
<b>Aug 21, 2022</b>	<b>-0.065</b>	Aug 21, 2022	0.034	<b>Aug 21, 2022</b>	<b>0.442</b>
<b>Aug 24, 2022</b>	<b>-0.062</b>	Aug 24, 2022	0.029	<b>Aug 24, 2022</b>	<b>0.45</b>
<b>Aug 26, 2022</b>	<b>-0.067</b>	Aug 26, 2022	0.046	<b>Aug 26, 2022</b>	<b>0.426</b>
<b>Aug 29, 2022</b>	<b>-0.064</b>	Aug 29, 2022	0.018	<b>Aug 29, 2022</b>	<b>0.406</b>
<b>Aug 31, 2022</b>	<b>-0.053</b>	Aug 31, 2022	0.038	<b>Aug 31, 2022</b>	<b>0.357</b>
<b>Sep 8, 2022</b>	<b>-0.062</b>	Sep 8, 2022	0.026	<b>Sep 8, 2022</b>	<b>0.483</b>
<b>Sep 13, 2022</b>	<b>-0.059</b>	Sep 13, 2022	0.027	<b>Sep 13, 2022</b>	<b>0.507</b>
<b>Sep 15, 2022</b>	<b>-0.063</b>	Sep 15, 2022	0.016	<b>Sep 15, 2022</b>	<b>0.53</b>
<b>Sep 18, 2022</b>	<b>-0.054</b>	Sep 18, 2022	0.027	<b>Sep 18, 2022</b>	<b>0.497</b>
<b>Sep 20, 2022</b>	<b>-0.061</b>	Sep 20, 2022	0.027	<b>Sep 20, 2022</b>	<b>0.478</b>
<b>Sep 23, 2022</b>	<b>-0.043</b>	Sep 23, 2022	0.029	<b>Sep 23, 2022</b>	<b>0.258</b>
<b>Sep 25, 2022</b>	<b>0.069</b>	Sep 25, 2022	0.021	<b>Sep 25, 2022</b>	<b>0.055</b>
<b>Sep 28, 2022</b>	<b>-0.057</b>	Sep 28, 2022	0.039	<b>Sep 28, 2022</b>	<b>0.362</b>
<b>Sep 30, 2022</b>	<b>-0.016</b>	Sep 30, 2022	0.036	<b>Sep 30, 2022</b>	<b>0.266</b>
<b>Oct 5, 2022</b>	<b>-0.057</b>	Oct 5, 2022	0.03	<b>Oct 5, 2022</b>	<b>0.331</b>
<b>Oct 8, 2022</b>	<b>-0.057</b>	Oct 8, 2022	0.023	<b>Oct 8, 2022</b>	<b>0.31</b>
<b>Oct 10, 2022</b>	<b>-0.061</b>	Oct 10, 2022	0.026	<b>Oct 10, 2022</b>	<b>0.31</b>

---

---

<b>Oct 20, 2022</b>	<b>0.076</b>	Oct 20, 2022	0.027	<b>Oct 20, 2022</b>	<b>0.308</b>
<b>Oct 23, 2022</b>	<b>-0.034</b>	Oct 23, 2022	0.028	<b>Oct 23, 2022</b>	<b>0.25</b>
<b>Oct 25, 2022</b>	<b>-0.054</b>	Oct 25, 2022	0.022	<b>Oct 25, 2022</b>	<b>0.327</b>
<b>Oct 28, 2022</b>	<b>-0.045</b>	Oct 28, 2022	0.02	<b>Oct 28, 2022</b>	<b>0.34</b>
<b>Oct 30, 2022</b>	<b>-0.05</b>	Oct 30, 2022	0.034	<b>Oct 30, 2022</b>	<b>0.331</b>
<b>Nov 2, 2022</b>	<b>-0.048</b>	Nov 2, 2022	0.025	<b>Nov 2, 2022</b>	<b>0.363</b>
<b>Nov 4, 2022</b>	<b>-0.041</b>	Nov 4, 2022	0.025	<b>Nov 4, 2022</b>	<b>0.401</b>
<b>Nov 7, 2022</b>	<b>-0.045</b>	Nov 7, 2022	0.021	<b>Nov 7, 2022</b>	<b>0.378</b>
<b>Nov 9, 2022</b>	<b>-0.048</b>	Nov 9, 2022	0.028	<b>Nov 9, 2022</b>	<b>0.391</b>
<b>Nov 12, 2022</b>	<b>0.007</b>	Nov 12, 2022	0.027	<b>Nov 12, 2022</b>	<b>0.349</b>
<b>Nov 14, 2022</b>	<b>-0.036</b>	Nov 14, 2022	0.032	<b>Nov 14, 2022</b>	<b>0.393</b>
<b>Nov 17, 2022</b>	<b>-0.039</b>	Nov 17, 2022	0.022	<b>Nov 17, 2022</b>	<b>0.34</b>
<b>Dec 2, 2022</b>	<b>0.01</b>	Dec 2, 2022	0.034	<b>Dec 2, 2022</b>	<b>0.261</b>
<b>Dec 24, 2022</b>	<b>-0.037</b>	Dec 24, 2022	0.036	<b>Dec 24, 2022</b>	<b>0.462</b>
<b>Dec 27, 2022</b>	<b>-0.038</b>	Dec 27, 2022	0.034	<b>Dec 27, 2022</b>	<b>0.425</b>
<b>Jan 11, 2023</b>	<b>-0.038</b>	Jan 11, 2023	0.033	<b>Jan 11, 2023</b>	<b>0.406</b>
<b>Jan 16, 2023</b>	<b>-0.035</b>	Jan 16, 2023	0.034	<b>Jan 16, 2023</b>	<b>0.387</b>
<b>Jan 23, 2023</b>	<b>0.012</b>	Jan 23, 2023	0.036	<b>Jan 23, 2023</b>	<b>0.096</b>
<b>Feb 17, 2023</b>	<b>0</b>	Feb 17, 2023	0.035	<b>Feb 17, 2023</b>	<b>0.533</b>
<b>Feb 25, 2023</b>	<b>0.028</b>	Feb 25, 2023	0.04	<b>Feb 25, 2023</b>	<b>0.472</b>
<b>Mar 2, 2023</b>	<b>-0.019</b>	Mar 2, 2023	0.027	<b>Mar 2, 2023</b>	<b>0.491</b>
<b>Mar 4, 2023</b>	<b>0.002</b>	Mar 4, 2023	0.05	<b>Mar 4, 2023</b>	<b>0.492</b>
<b>Apr 6, 2023</b>	<b>-0.03</b>	Apr 6, 2023	0.035	<b>Apr 6, 2023</b>	<b>0.484</b>
<b>Apr 18, 2023</b>	<b>-0.04</b>	Apr 18, 2023	0.03	<b>Apr 18, 2023</b>	<b>0.532</b>
<b>Apr 21, 2023</b>	<b>-0.03</b>	Apr 21, 2023	0.031	<b>Apr 21, 2023</b>	<b>0.528</b>
<b>Apr 23, 2023</b>	<b>-0.033</b>	Apr 23, 2023	0.042	<b>Apr 23, 2023</b>	<b>0.535</b>
<b>Apr 26, 2023</b>	<b>-0.039</b>	Apr 26, 2023	0.015	<b>Apr 26, 2023</b>	<b>0.55</b>
<b>Apr 28, 2023</b>	<b>-0.036</b>	Apr 28, 2023	0.019	<b>Apr 28, 2023</b>	<b>0.55</b>
<b>May 1, 2023</b>	<b>-0.029</b>	May 1, 2023	0.027	<b>May 1, 2023</b>	<b>0.535</b>
<b>May 3, 2023</b>	<b>-0.047</b>	May 3, 2023	0.028	<b>May 3, 2023</b>	<b>0.538</b>
<b>May 11, 2023</b>	<b>-0.016</b>	May 11, 2023	0.007	<b>May 11, 2023</b>	<b>0.483</b>

---

---

<b>May 13, 2023</b>	<b>-0.034</b>	May 13, 2023	0.01	<b>May 13, 2023</b>	<b>0.542</b>
<b>May 16, 2023</b>	<b>-0.056</b>	May 16, 2023	0.039	<b>May 16, 2023</b>	<b>0.537</b>
<b>May 18, 2023</b>	<b>-0.048</b>	May 18, 2023	0.038	<b>May 18, 2023</b>	<b>0.52</b>
<b>May 21, 2023</b>	<b>-0.043</b>	May 21, 2023	0.021	<b>May 21, 2023</b>	<b>0.501</b>
<b>May 23, 2023</b>	<b>-0.033</b>	May 23, 2023	0.021	<b>May 23, 2023</b>	<b>0.454</b>
<b>May 26, 2023</b>	<b>-0.044</b>	May 26, 2023	-0.003	<b>May 26, 2023</b>	<b>0.44</b>
<b>May 28, 2023</b>	<b>-0.052</b>	May 28, 2023	0.019	<b>May 28, 2023</b>	<b>0.429</b>
<b>May 31, 2023</b>	<b>-0.044</b>	May 31, 2023	0.022	<b>May 31, 2023</b>	<b>0.417</b>
<b>Jun 2, 2023</b>	<b>-0.042</b>	Jun 2, 2023	0.026	<b>Jun 2, 2023</b>	<b>0.411</b>
<b>Jun 5, 2023</b>	<b>-0.041</b>	Jun 5, 2023	0.041	<b>Jun 5, 2023</b>	<b>0.396</b>
<b>Jun 7, 2023</b>	<b>-0.049</b>	Jun 7, 2023	0.041	<b>Jun 7, 2023</b>	<b>0.402</b>
<b>Jun 10, 2023</b>	<b>-0.046</b>	Jun 10, 2023	0.038	<b>Jun 10, 2023</b>	<b>0.377</b>
<b>Jun 12, 2023</b>	<b>-0.052</b>	Jun 12, 2023	0.03	<b>Jun 12, 2023</b>	<b>0.384</b>
<b>Jun 15, 2023</b>	<b>-0.046</b>	Jun 15, 2023	0.025	<b>Jun 15, 2023</b>	<b>0.393</b>
<b>Jun 17, 2023</b>	<b>-0.046</b>	Jun 17, 2023	0.036	<b>Jun 17, 2023</b>	<b>0.377</b>
<b>Jun 20, 2023</b>	<b>-0.044</b>	Jun 20, 2023	0.035	<b>Jun 20, 2023</b>	<b>0.357</b>
<b>Jun 22, 2023</b>	<b>-0.044</b>	Jun 22, 2023	0.031	<b>Jun 22, 2023</b>	<b>0.381</b>
<b>Jun 25, 2023</b>	<b>-0.041</b>	Jun 25, 2023	0.028	<b>Jun 25, 2023</b>	<b>0.373</b>
<b>Jun 27, 2023</b>	<b>-0.052</b>	Jun 27, 2023	0.044	<b>Jun 27, 2023</b>	<b>0.373</b>
<b>Jun 30, 2023</b>	<b>-0.052</b>	Jun 30, 2023	0.032	<b>Jun 30, 2023</b>	<b>0.382</b>
<b>Jul 2, 2023</b>	<b>-0.055</b>	Jul 2, 2023	0.04	<b>Jul 2, 2023</b>	<b>0.347</b>
<b>Jul 5, 2023</b>	<b>-0.042</b>	Jul 5, 2023	0.03	<b>Jul 5, 2023</b>	<b>0.398</b>
<b>Jul 7, 2023</b>	<b>-0.052</b>	Jul 7, 2023	0.042	<b>Jul 7, 2023</b>	<b>0.41</b>
<b>Jul 10, 2023</b>	<b>-0.054</b>	Jul 10, 2023	0.058	<b>Jul 10, 2023</b>	<b>0.399</b>
<b>Jul 12, 2023</b>	<b>-0.043</b>	Jul 12, 2023	0.047	<b>Jul 12, 2023</b>	<b>0.418</b>
<b>Jul 15, 2023</b>	<b>-0.047</b>	Jul 15, 2023	0.037	<b>Jul 15, 2023</b>	<b>0.435</b>
<b>Jul 17, 2023</b>	<b>-0.053</b>	Jul 17, 2023	0.035	<b>Jul 17, 2023</b>	<b>0.427</b>
<b>Jul 20, 2023</b>	<b>-0.05</b>	Jul 20, 2023	0.004	<b>Jul 20, 2023</b>	<b>0.457</b>
<b>Jul 22, 2023</b>	<b>-0.042</b>	Jul 22, 2023	0.031	<b>Jul 22, 2023</b>	<b>0.455</b>

---

Tabla 19 *Datos de cobertura forestal.*

<b>LON:-68.30</b>		<b>LON: -68.30</b>		<b>LON:-68.35</b>	
<b>LAT:-16.65</b>		<b>LAT: -16.66</b>		<b>LAT: -16.87</b>	
<b>Mar 28, 2016</b>	<b>0.225</b>	Mar 28, 2016	0.364	<b>Mar 28, 2016</b>	<b>0.204</b>
<b>May 4, 2016</b>	<b>0.197</b>	May 4, 2016	0.255	<b>May 4, 2016</b>	<b>0.202</b>
<b>May 7, 2016</b>	<b>0.139</b>	May 7, 2016	0.21	<b>May 7, 2016</b>	<b>0.166</b>
<b>May 27, 2016</b>	<b>0.139</b>	May 27, 2016	0.158	<b>May 27, 2016</b>	<b>0.166</b>
<b>Jun13, 2016</b>	<b>0.148</b>	Jun 13, 2016	0.139	<b>Jun 13, 2016</b>	<b>0.151</b>
<b>Jun16, 2016</b>	<b>0.146</b>	Jun 16, 2016	0.158	<b>Jun 16, 2016</b>	<b>0.163</b>
<b>Aug 25, 2016</b>	<b>0.107</b>	Aug 25, 2016	0.13	<b>Aug 25, 2016</b>	<b>0.145</b>
<b>Feb 1, 2017</b>	<b>0.253</b>	Feb 1, 2017	0.18	<b>Feb 1, 2017</b>	<b>0.184</b>
<b>Mar 20, 2017</b>	<b>0.417</b>	Mar 20, 2017	0.336	<b>Mar 20, 2017</b>	<b>0.101</b>
<b>May 9, 2017</b>	<b>0.255</b>	May 9, 2017	0.272	<b>May 9, 2017</b>	<b>0.224</b>
<b>Sep 21, 2017</b>	<b>0.135</b>	Sep 21, 2017	0.179	<b>Sep 21, 2017</b>	<b>0.166</b>
<b>Sep 24, 2017</b>	<b>0.139</b>	Sep 24, 2017	0.197	<b>Sep 24, 2017</b>	<b>0.147</b>
<b>Oct 19, 2017</b>	<b>0.152</b>	Oct 19, 2017	0.222	<b>Oct 19, 2017</b>	<b>0.172</b>
<b>Mar 23, 2018</b>	<b>0.448</b>	Mar 23, 2018	0.262	<b>Mar 23, 2018</b>	<b>-0.021</b>
<b>Apr 9, 2018</b>	<b>0.449</b>	Apr 9, 2018	0.193	<b>Apr 9, 2018</b>	<b>0.228</b>
<b>Apr 17, 2018</b>	<b>0.304</b>	Apr 17, 2018	0.229	<b>Apr 17, 2018</b>	<b>0.243</b>
<b>Apr 19, 2018</b>	<b>0.373</b>	Apr 19, 2018	0.193	<b>Apr 19, 2018</b>	<b>0.221</b>
<b>Apr 22, 2018</b>	<b>0.328</b>	Apr 22, 2018	0.189	<b>Apr 22, 2018</b>	<b>0.218</b>
<b>May 2, 2018</b>	<b>0.268</b>	May 2, 2018	0.214	<b>May 2, 2018</b>	<b>0.234</b>
<b>May 7, 2018</b>	<b>0.333</b>	May 7, 2018	0.252	<b>May 7, 2018</b>	<b>0.234</b>
<b>May 12, 2018</b>	<b>0.237</b>	May 12, 2018	0.216	<b>May 12, 2018</b>	<b>0.22</b>
<b>Jun 18, 2018</b>	<b>0.16</b>	Jun 18, 2018	0.174	<b>Jun 18, 2018</b>	<b>0.162</b>
<b>Jun23, 2018</b>	<b>0.176</b>	Jun 23, 2018	0.166	<b>Jun 23, 2018</b>	<b>0.164</b>
<b>Jun26, 2018</b>	<b>0.177</b>	Jun 26, 2018	0.162	<b>Jun 26, 2018</b>	<b>0.16</b>
<b>Jun28, 2018</b>	<b>0.185</b>	Jun 28, 2018	0.165	<b>Jun 28, 2018</b>	<b>0.168</b>
<b>Jul 23, 2018</b>	<b>0.166</b>	Jul 23, 2018	0.202	<b>Jul 23, 2018</b>	<b>0.137</b>
<b>Jul 28, 2018</b>	<b>0.15</b>	Jul 28, 2018	0.163	<b>Jul 28, 2018</b>	<b>0.162</b>



---

<b>Aug 12, 2018</b>	<b>0.15</b>	Aug 12, 2018	0.159	<b>Aug 12, 2018</b>	<b>0.136</b>
<b>Sep 9, 2018</b>	<b>0.142</b>	Sep 9, 2018	0.152	<b>Sep 9, 2018</b>	<b>0.137</b>
<b>Sep 21, 2018</b>	<b>0.122</b>	Sep 21, 2018	0.138	<b>Sep 21, 2018</b>	<b>0.148</b>
<b>Oct 16, 2018</b>	<b>0.136</b>	Oct 16, 2018	0.201	<b>Oct 16, 2018</b>	<b>0.159</b>
<b>Nov 3, 2018</b>	<b>0.176</b>	Nov 3, 2018	0.235	<b>Nov 3, 2018</b>	<b>0.16</b>
<b>Mar 8, 2019</b>	<b>0.309</b>	Mar 8, 2019	0.325	<b>Mar 8, 2019</b>	<b>0.234</b>
<b>Mar 23, 2019</b>	<b>0.319</b>	Mar 23, 2019	0.353	<b>Mar 23, 2019</b>	<b>0.247</b>
<b>Apr 7, 2019</b>	<b>0.312</b>	Apr 7, 2019	0.297	<b>Apr 7, 2019</b>	<b>0.251</b>
<b>Apr 9, 2019</b>	<b>0.328</b>	Apr 9, 2019	0.276	<b>Apr 9, 2019</b>	<b>0.104</b>
<b>May 4, 2019</b>	<b>0.286</b>	May 4, 2019	0.224	<b>May 4, 2019</b>	<b>0.21</b>
<b>Jun18, 2019</b>	<b>0.186</b>	Jun 18, 2019	0.165	<b>Jun 18, 2019</b>	<b>0.184</b>
<b>Jun28, 2019</b>	<b>0.147</b>	Jun 28, 2019	0.141	<b>Jun 28, 2019</b>	<b>0.162</b>
<b>Jul 1, 2019</b>	<b>0.155</b>	Jul 1, 2019	0.156	<b>Jul 1, 2019</b>	<b>0.179</b>
<b>Jul 16, 2019</b>	<b>0.108</b>	Jul 16, 2019	0.135	<b>Jul 16, 2019</b>	<b>0.145</b>
<b>Sep 16, 2019</b>	<b>0.129</b>	Sep 16, 2019	0.174	<b>Sep 16, 2019</b>	<b>0.077</b>
<b>Nov 18, 2019</b>	<b>0.135</b>	Nov 18, 2019	0.188	<b>Nov 18, 2019</b>	<b>0.155</b>
<b>Jan 9, 2020</b>	<b>0.234</b>	Jan 9, 2020	0.254	<b>Jan 9, 2020</b>	<b>0.188</b>
<b>Apr 1, 2020</b>	<b>0.33</b>	Apr 1, 2020	0.318	<b>Apr 1, 2020</b>	<b>0.242</b>
<b>Apr 6, 2020</b>	<b>0.372</b>	Apr 6, 2020	0.334	<b>Apr 6, 2020</b>	<b>0.253</b>
<b>Apr 16, 2020</b>	<b>0.287</b>	Apr 16, 2020	0.274	<b>Apr 16, 2020</b>	<b>0.237</b>
<b>Apr 23, 2020</b>	<b>0.28</b>	Apr 23, 2020	0.275	<b>Apr 23, 2020</b>	<b>0.052</b>
<b>Apr 28, 2020</b>	<b>0.278</b>	Apr 28, 2020	0.252	<b>Apr 28, 2020</b>	<b>0.223</b>
<b>May 1, 2020</b>	<b>0.248</b>	May 1, 2020	0.236	<b>May 1, 2020</b>	<b>0.209</b>
<b>May 18, 2020</b>	<b>0.201</b>	May 18, 2020	0.2	<b>May 18, 2020</b>	<b>0.203</b>
<b>May 21, 2020</b>	<b>0.215</b>	May 21, 2020	0.2	<b>May 21, 2020</b>	<b>0.129</b>
<b>Jun 7, 2020</b>	<b>0.169</b>	Jun 7, 2020	0.169	<b>Jun 7, 2020</b>	<b>0.183</b>
<b>Jun15, 2020</b>	<b>0.171</b>	Jun 15, 2020	0.164	<b>Jun 15, 2020</b>	<b>0.162</b>
<b>Jun17, 2020</b>	<b>0.148</b>	Jun 17, 2020	0.163	<b>Jun 17, 2020</b>	<b>0.17</b>
<b>Aug 24, 2020</b>	<b>0.14</b>	Aug 24, 2020	0.136	<b>Aug 24, 2020</b>	<b>0.137</b>
<b>Aug 26, 2020</b>	<b>0.11</b>	Aug 26, 2020	0.141	<b>Aug 26, 2020</b>	<b>0.137</b>
<b>Sep 5, 2020</b>	<b>0.119</b>	Sep 5, 2020	0.136	<b>Sep 5, 2020</b>	<b>0.143</b>

---

---

<b>Oct 8, 2020</b>	<b>0.117</b>	Oct 8, 2020	0.08	<b>Oct 8, 2020</b>	<b>0.13</b>
<b>Nov 22, 2020</b>	<b>0.137</b>	Nov 22, 2020	0.128	<b>Nov 22, 2020</b>	<b>0.133</b>
<b>Dec 12, 2020</b>	<b>0.186</b>	Dec 12, 2020	0.174	<b>Dec 12, 2020</b>	<b>0.126</b>
<b>Feb 25, 2021</b>	<b>0.301</b>	Feb 25, 2021	0.33	<b>Feb 25, 2021</b>	<b>0.205</b>
<b>Apr 16, 2021</b>	<b>0.331</b>	Apr 16, 2021	0.321	<b>Apr 16, 2021</b>	<b>0.232</b>
<b>Apr 18, 2021</b>	<b>0.347</b>	Apr 18, 2021	0.314	<b>Apr 18, 2021</b>	<b>0.247</b>
<b>Apr 21, 2021</b>	<b>0.383</b>	Apr 21, 2021	0.304	<b>Apr 21, 2021</b>	<b>0.254</b>
<b>Apr 26, 2021</b>	<b>0.365</b>	Apr 26, 2021	0.317	<b>Apr 26, 2021</b>	<b>0.244</b>
<b>Apr 28, 2021</b>	<b>0.211</b>	Apr 28, 2021	0.133	<b>Apr 28, 2021</b>	<b>0.19</b>
<b>May 1, 2021</b>	<b>0.265</b>	May 1, 2021	0.256	<b>May 1, 2021</b>	<b>0.236</b>
<b>May 3, 2021</b>	<b>0.312</b>	May 3, 2021	0.276	<b>May 3, 2021</b>	<b>0.219</b>
<b>May 6, 2021</b>	<b>0.237</b>	May 6, 2021	0.241	<b>May 6, 2021</b>	<b>0.195</b>
<b>May 8, 2021</b>	<b>0.288</b>	May 8, 2021	0.281	<b>May 8, 2021</b>	<b>0.163</b>
<b>May 11, 2021</b>	<b>0.27</b>	May 11, 2021	0.248	<b>May 11, 2021</b>	<b>0.222</b>
<b>May 16, 2021</b>	<b>0.282</b>	May 16, 2021	0.237	<b>May 16, 2021</b>	<b>0.203</b>
<b>May 18, 2021</b>	<b>0.258</b>	May 18, 2021	0.237	<b>May 18, 2021</b>	<b>0.2</b>
<b>May 21, 2021</b>	<b>0.254</b>	May 21, 2021	0.209	<b>May 21, 2021</b>	<b>0.224</b>
<b>May 28, 2021</b>	<b>0.084</b>	May 28, 2021	0.081	<b>May 28, 2021</b>	<b>0.2</b>
<b>Jun 2, 2021</b>	<b>0.187</b>	Jun 2, 2021	0.203	<b>Jun 2, 2021</b>	<b>0.199</b>
<b>Jun 5, 2021</b>	<b>0.193</b>	Jun 5, 2021	0.103	<b>Jun 5, 2021</b>	<b>0.175</b>
<b>Jun 7, 2021</b>	<b>0.159</b>	Jun 7, 2021	0.194	<b>Jun 7, 2021</b>	<b>0.184</b>
<b>Jun10, 2021</b>	<b>0.144</b>	Jun 10, 2021	0.148	<b>Jun 10, 2021</b>	<b>0.166</b>
<b>Jun12, 2021</b>	<b>0.194</b>	Jun 12, 2021	0.178	<b>Jun 12, 2021</b>	<b>0.181</b>
<b>Jun15, 2021</b>	<b>0.163</b>	Jun 15, 2021	0.176	<b>Jun 15, 2021</b>	<b>0.167</b>
<b>Jun17, 2021</b>	<b>0.079</b>	Jun 17, 2021	0.126	<b>Jun 17, 2021</b>	<b>0.157</b>
<b>Jun20, 2021</b>	<b>0.157</b>	Jun 20, 2021	0.167	<b>Jun 20, 2021</b>	<b>0.174</b>
<b>Jun22, 2021</b>	<b>0.169</b>	Jun 22, 2021	0.166	<b>Jun 22, 2021</b>	<b>0.151</b>
<b>Jun25, 2021</b>	<b>0.156</b>	Jun 25, 2021	0.159	<b>Jun 25, 2021</b>	<b>0.153</b>
<b>Jun30, 2021</b>	<b>0.154</b>	Jun 30, 2021	0.169	<b>Jun 30, 2021</b>	<b>0.167</b>
<b>Jul 2, 2021</b>	<b>0.175</b>	Jul 2, 2021	0.168	<b>Jul 2, 2021</b>	<b>0.168</b>
<b>Jul 5, 2021</b>	<b>0.152</b>	Jul 5, 2021	0.162	<b>Jul 5, 2021</b>	<b>0.161</b>

---

---

<b>Jul 7, 2021</b>	<b>0.15</b>	Jul 7, 2021	0.151	<b>Jul 7, 2021</b>	<b>0.147</b>
<b>Jul 10, 2021</b>	<b>0.144</b>	Jul 10, 2021	0.155	<b>Jul 10, 2021</b>	<b>0.159</b>
<b>Jul 12, 2021</b>	<b>0.137</b>	Jul 12, 2021	0.158	<b>Jul 12, 2021</b>	<b>0.139</b>
<b>Jul 15, 2021</b>	<b>0.134</b>	Jul 15, 2021	0.15	<b>Jul 15, 2021</b>	<b>0.133</b>
<b>Jul 17, 2021</b>	<b>0.157</b>	Jul 17, 2021	0.163	<b>Jul 17, 2021</b>	<b>0.154</b>
<b>Jul 20, 2021</b>	<b>0.143</b>	Jul 20, 2021	0.142	<b>Jul 20, 2021</b>	<b>0.136</b>
<b>Jul 22, 2021</b>	<b>0.136</b>	Jul 22, 2021	0.139	<b>Jul 22, 2021</b>	<b>0.15</b>
<b>Jul 27, 2021</b>	<b>0.149</b>	Jul 27, 2021	0.138	<b>Jul 27, 2021</b>	<b>0.145</b>
<b>Jul 30, 2021</b>	<b>0.131</b>	Jul 30, 2021	0.126	<b>Jul 30, 2021</b>	<b>0.095</b>
<b>Aug 6, 2021</b>	<b>0.169</b>	Aug 6, 2021	0.162	<b>Aug 6, 2021</b>	<b>0.139</b>
<b>Aug 9, 2021</b>	<b>0.15</b>	Aug 9, 2021	0.16	<b>Aug 9, 2021</b>	<b>0.145</b>
<b>Aug 11, 2021</b>	<b>0.12</b>	Aug 11, 2021	0.16	<b>Aug 11, 2021</b>	<b>0.138</b>
<b>Aug 14, 2021</b>	<b>0.144</b>	Aug 14, 2021	0.164	<b>Aug 14, 2021</b>	<b>0.144</b>
<b>Aug 16, 2021</b>	<b>0.15</b>	Aug 16, 2021	0.162	<b>Aug 16, 2021</b>	<b>0.135</b>
<b>Aug 19, 2021</b>	<b>0.129</b>	Aug 19, 2021	0.158	<b>Aug 19, 2021</b>	<b>0.154</b>
<b>Aug 21, 2021</b>	<b>0.136</b>	Aug 21, 2021	0.15	<b>Aug 21, 2021</b>	<b>0.145</b>
<b>Aug 24, 2021</b>	<b>0.089</b>	Aug 24, 2021	0.154	<b>Aug 24, 2021</b>	<b>0.132</b>
<b>Aug 26, 2021</b>	<b>0.116</b>	Aug 26, 2021	0.149	<b>Aug 26, 2021</b>	<b>0.15</b>
<b>Aug 29, 2021</b>	<b>0.003</b>	Aug 29, 2021	0.154	<b>Aug 29, 2021</b>	<b>0.132</b>
<b>Aug 31, 2021</b>	<b>0.116</b>	Aug 31, 2021	0.15	<b>Aug 31, 2021</b>	<b>0.141</b>
<b>Sep 3, 2021</b>	<b>0.109</b>	Sep 3, 2021	0.141	<b>Sep 3, 2021</b>	<b>0.13</b>
<b>Sep 8, 2021</b>	<b>0.125</b>	Sep 8, 2021	0.16	<b>Sep 8, 2021</b>	<b>0.111</b>
<b>Sep 10, 2021</b>	<b>0.124</b>	Sep 10, 2021	0.152	<b>Sep 10, 2021</b>	<b>0.139</b>
<b>Sep 18, 2021</b>	<b>0.129</b>	Sep 18, 2021	0.156	<b>Sep 18, 2021</b>	<b>0.138</b>
<b>Sep 20, 2021</b>	<b>0.106</b>	Sep 20, 2021	0.147	<b>Sep 20, 2021</b>	<b>0.14</b>
<b>Sep 28, 2021</b>	<b>0.156</b>	Sep 28, 2021	0.148	<b>Sep 28, 2021</b>	<b>0.149</b>
<b>Sep 30, 2021</b>	<b>0.119</b>	Sep 30, 2021	0.146	<b>Sep 30, 2021</b>	<b>0.134</b>
<b>Oct 3, 2021</b>	<b>0.133</b>	Oct 3, 2021	0.147	<b>Oct 3, 2021</b>	<b>0.139</b>
<b>Oct 13, 2021</b>	<b>0.143</b>	Oct 13, 2021	0.158	<b>Oct 13, 2021</b>	<b>0.141</b>
<b>Oct 15, 2021</b>	<b>0.127</b>	Oct 15, 2021	0.159	<b>Oct 15, 2021</b>	<b>0.142</b>
<b>Oct 18, 2021</b>	<b>0.174</b>	Oct 18, 2021	0.174	<b>Oct 18, 2021</b>	<b>0.131</b>

---

---

<b>Oct 20, 2021</b>	<b>0.144</b>	Oct 20, 2021	0.165	<b>Oct 20, 2021</b>	<b>0.135</b>
<b>Oct 23, 2021</b>	<b>0.167</b>	Oct 23, 2021	0.159	<b>Oct 23, 2021</b>	<b>0.131</b>
<b>Oct 25, 2021</b>	<b>0.122</b>	Oct 25, 2021	0.159	<b>Oct 25, 2021</b>	<b>0.14</b>
<b>Oct 30, 2021</b>	<b>0.126</b>	Oct 30, 2021	0.163	<b>Oct 30, 2021</b>	<b>0.127</b>
<b>Nov 7, 2021</b>	<b>0.099</b>	Nov 7, 2021	0.143	<b>Nov 7, 2021</b>	<b>0.11</b>
<b>Nov 22, 2021</b>	<b>0.056</b>	Nov 22, 2021	0.156	<b>Nov 22, 2021</b>	<b>0.066</b>
<b>Dec 12, 2021</b>	<b>0.146</b>	Dec 12, 2021	0.206	<b>Dec 12, 2021</b>	<b>0.178</b>
<b>Jan 1, 2022</b>	<b>0.342</b>	Jan 1, 2022	0.163	<b>Jan 1, 2022</b>	<b>0.17</b>
<b>Jan 3, 2022</b>	<b>0.134</b>	Jan 3, 2022	0.289	<b>Jan 3, 2022</b>	<b>0.191</b>
<b>Feb 5, 2022</b>	<b>0.135</b>	Feb 5, 2022	0.066	<b>Feb 5, 2022</b>	<b>0.121</b>
<b>Feb 20, 2022</b>	<b>0.152</b>	Feb 20, 2022	0.214	<b>Feb 20, 2022</b>	<b>0.058</b>
<b>Mar 2, 2022</b>	<b>0.128</b>	Mar 2, 2022	0.226	<b>Mar 2, 2022</b>	<b>0.079</b>
<b>Mar 29, 2022</b>	<b>0.192</b>	Mar 29, 2022	0.266	<b>Mar 29, 2022</b>	<b>0.157</b>
<b>Apr 6, 2022</b>	<b>0.116</b>	Apr 6, 2022	0.188	<b>Apr 6, 2022</b>	<b>0.152</b>
<b>Apr 11, 2022</b>	<b>0.05</b>	Apr 11, 2022	0.263	<b>Apr 11, 2022</b>	<b>0.152</b>
<b>Apr 13, 2022</b>	<b>0.131</b>	Apr 13, 2022	0.237	<b>Apr 13, 2022</b>	<b>0.149</b>
<b>Apr 16, 2022</b>	<b>0.142</b>	Apr 16, 2022	0.241	<b>Apr 16, 2022</b>	<b>0.148</b>
<b>Apr 18, 2022</b>	<b>0.13</b>	Apr 18, 2022	0.229	<b>Apr 18, 2022</b>	<b>0.14</b>
<b>Apr 21, 2022</b>	<b>0.113</b>	Apr 21, 2022	0.213	<b>Apr 21, 2022</b>	<b>0.132</b>
<b>Apr 23, 2022</b>	<b>0.129</b>	Apr 23, 2022	0.193	<b>Apr 23, 2022</b>	<b>0.129</b>
<b>Apr 26, 2022</b>	<b>0.156</b>	Apr 26, 2022	0.198	<b>Apr 26, 2022</b>	<b>0.134</b>
<b>Apr 28, 2022</b>	<b>0.111</b>	Apr 28, 2022	0.19	<b>Apr 28, 2022</b>	<b>0.128</b>
<b>May 1, 2022</b>	<b>0.14</b>	May 1, 2022	0.178	<b>May 1, 2022</b>	<b>0.126</b>
<b>May 3, 2022</b>	<b>0.107</b>	May 3, 2022	0.175	<b>May 3, 2022</b>	<b>0.119</b>
<b>May 6, 2022</b>	<b>0.151</b>	May 6, 2022	0.178	<b>May 6, 2022</b>	<b>0.129</b>
<b>May 11, 2022</b>	<b>0.117</b>	May 11, 2022	0.162	<b>May 11, 2022</b>	<b>0.116</b>
<b>May 13, 2022</b>	<b>0.118</b>	May 13, 2022	0.162	<b>May 13, 2022</b>	<b>0.112</b>
<b>May 16, 2022</b>	<b>0.121</b>	May 16, 2022	0.163	<b>May 16, 2022</b>	<b>0.111</b>
<b>May 18, 2022</b>	<b>0.105</b>	May 18, 2022	0.157	<b>May 18, 2022</b>	<b>0.111</b>
<b>May 21, 2022</b>	<b>0.11</b>	May 21, 2022	0.157	<b>May 21, 2022</b>	<b>0.111</b>
<b>May 23, 2022</b>	<b>0.094</b>	May 23, 2022	0.156	<b>May 23, 2022</b>	<b>0.109</b>

---

---

<b>May 26, 2022</b>	<b>0.064</b>	May 26, 2022	0.038	<b>May 26, 2022</b>	<b>0.059</b>
<b>May 28, 2022</b>	<b>0.108</b>	May 28, 2022	0.147	<b>May 28, 2022</b>	<b>0.104</b>
<b>May 31, 2022</b>	<b>0.072</b>	May 31, 2022	0.138	<b>May 31, 2022</b>	<b>0.031</b>
<b>Jun 2, 2022</b>	<b>0.058</b>	Jun 2, 2022	0.097	<b>Jun 2, 2022</b>	<b>0.072</b>
<b>Jun 7, 2022</b>	<b>0.073</b>	Jun 7, 2022	0.148	<b>Jun 7, 2022</b>	<b>0.1</b>
<b>Jun10, 2022</b>	<b>0.074</b>	Jun 10, 2022	0.134	<b>Jun 10, 2022</b>	<b>0.08</b>
<b>Jun12, 2022</b>	<b>0.086</b>	Jun 12, 2022	0.144	<b>Jun 12, 2022</b>	<b>0.093</b>
<b>Jun15, 2022</b>	<b>0.104</b>	Jun 15, 2022	0.134	<b>Jun 15, 2022</b>	<b>0.099</b>
<b>Jun17, 2022</b>	<b>0.076</b>	Jun 17, 2022	0.137	<b>Jun 17, 2022</b>	<b>0.097</b>
<b>Jun20, 2022</b>	<b>0.086</b>	Jun 20, 2022	0.13	<b>Jun 20, 2022</b>	<b>0.086</b>
<b>Jun 22, 2022</b>	<b>0.07</b>	Jun 22, 2022	0.133	<b>Jun 22, 2022</b>	<b>0.089</b>
<b>Jun25, 2022</b>	<b>0.089</b>	Jun 25, 2022	0.132	<b>Jun 25, 2022</b>	<b>0.086</b>
<b>Jun 27, 2022</b>	<b>0.07</b>	Jun 27, 2022	0.126	<b>Jun 27, 2022</b>	<b>0.085</b>
<b>Jun30, 2022</b>	<b>0.095</b>	Jun 30, 2022	0.125	<b>Jun 30, 2022</b>	<b>0.086</b>
<b>Jul 2, 2022</b>	<b>0.06</b>	Jul 2, 2022	0.099	<b>Jul 2, 2022</b>	<b>0.087</b>
<b>Jul 5, 2022</b>	<b>0.091</b>	Jul 5, 2022	0.116	<b>Jul 5, 2022</b>	<b>0.084</b>
<b>Jul 7, 2022</b>	<b>0.091</b>	Jul 7, 2022	0.128	<b>Jul 7, 2022</b>	<b>0.088</b>
<b>Jul 10, 2022</b>	<b>0.067</b>	Jul 10, 2022	0.107	<b>Jul 10, 2022</b>	<b>0.082</b>
<b>Jul 12, 2022</b>	<b>0.057</b>	Jul 12, 2022	0.122	<b>Jul 12, 2022</b>	<b>0.084</b>
<b>Jul 17, 2022</b>	<b>0.079</b>	Jul 17, 2022	0.118	<b>Jul 17, 2022</b>	<b>0.085</b>
<b>Jul 20, 2022</b>	<b>0.06</b>	Jul 20, 2022	0.098	<b>Jul 20, 2022</b>	<b>0.084</b>
<b>Jul 22, 2022</b>	<b>0.079</b>	Jul 22, 2022	0.128	<b>Jul 22, 2022</b>	<b>0.086</b>
<b>Jul 25, 2022</b>	<b>0.1</b>	Jul 25, 2022	0.114	<b>Jul 25, 2022</b>	<b>0.083</b>
<b>Jul 27, 2022</b>	<b>0.071</b>	Jul 27, 2022	0.127	<b>Jul 27, 2022</b>	<b>0.097</b>
<b>Jul 30, 2022</b>	<b>0.068</b>	Jul 30, 2022	0.114	<b>Jul 30, 2022</b>	<b>0.087</b>
<b>Aug 1, 2022</b>	<b>0.09</b>	Aug 1, 2022	0.119	<b>Aug 1, 2022</b>	<b>0.081</b>
<b>Aug 4, 2022</b>	<b>0.075</b>	Aug 4, 2022	0.132	<b>Aug 4, 2022</b>	<b>0.09</b>
<b>Aug 6, 2022</b>	<b>0.07</b>	Aug 6, 2022	0.122	<b>Aug 6, 2022</b>	<b>0.081</b>
<b>Aug 9, 2022</b>	<b>0.05</b>	Aug 9, 2022	0.12	<b>Aug 9, 2022</b>	<b>0.089</b>
<b>Aug 11, 2022</b>	<b>0.068</b>	Aug 11, 2022	0.122	<b>Aug 11, 2022</b>	<b>0.092</b>
<b>Aug 14, 2022</b>	<b>0.082</b>	Aug 14, 2022	0.117	<b>Aug 14, 2022</b>	<b>0.081</b>

---

---

<b>Aug 16, 2022</b>	<b>0.053</b>	Aug 16, 2022	0.123	<b>Aug 16, 2022</b>	<b>0.085</b>
<b>Aug 19, 2022</b>	<b>0.004</b>	Aug 19, 2022	0.073	<b>Aug 19, 2022</b>	<b>0.093</b>
<b>Aug 21, 2022</b>	<b>0.072</b>	Aug 21, 2022	0.118	<b>Aug 21, 2022</b>	<b>0.092</b>
<b>Aug 24, 2022</b>	<b>0.08</b>	Aug 24, 2022	0.115	<b>Aug 24, 2022</b>	<b>0.092</b>
<b>Aug 26, 2022</b>	<b>0.046</b>	Aug 26, 2022	0.112	<b>Aug 26, 2022</b>	<b>0.087</b>
<b>Aug 29, 2022</b>	<b>0.065</b>	Aug 29, 2022	0.107	<b>Aug 29, 2022</b>	<b>0.083</b>
<b>Aug 31, 2022</b>	<b>0.06</b>	Aug 31, 2022	0.115	<b>Aug 31, 2022</b>	<b>0.084</b>
<b>Sep 8, 2022</b>	<b>0.055</b>	Sep 8, 2022	0.118	<b>Sep 8, 2022</b>	<b>0.076</b>
<b>Sep 13, 2022</b>	<b>0.046</b>	Sep 13, 2022	0.109	<b>Sep 13, 2022</b>	<b>0.159</b>
<b>Sep 15, 2022</b>	<b>0.051</b>	Sep 15, 2022	0.114	<b>Sep 15, 2022</b>	<b>0.088</b>
<b>Sep 18, 2022</b>	<b>0.064</b>	Sep 18, 2022	0.109	<b>Sep 18, 2022</b>	<b>0.082</b>
<b>Sep 20, 2022</b>	<b>0.062</b>	Sep 20, 2022	0.114	<b>Sep 20, 2022</b>	<b>0.088</b>
<b>Sep 23, 2022</b>	<b>0.067</b>	Sep 23, 2022	0.111	<b>Sep 23, 2022</b>	<b>0.085</b>
<b>Sep 25, 2022</b>	<b>0.044</b>	Sep 25, 2022	0.118	<b>Sep 25, 2022</b>	<b>0.051</b>
<b>Sep 28, 2022</b>	<b>0.079</b>	Sep 28, 2022	0.116	<b>Sep 28, 2022</b>	<b>0.092</b>
<b>Sep 30, 2022</b>	<b>0.062</b>	Sep 30, 2022	0.096	<b>Sep 30, 2022</b>	<b>0.094</b>
<b>Oct 5, 2022</b>	<b>0.067</b>	Oct 5, 2022	0.128	<b>Oct 5, 2022</b>	<b>0.087</b>
<b>Oct 8, 2022</b>	<b>0.047</b>	Oct 8, 2022	0.118	<b>Oct 8, 2022</b>	<b>0.088</b>
<b>Oct 10, 2022</b>	<b>0.061</b>	Oct 10, 2022	0.118	<b>Oct 10, 2022</b>	<b>0.091</b>
<b>Oct 13, 2022</b>	<b>0.067</b>	Oct 13, 2022	0.117	<b>Oct 13, 2022</b>	<b>0.083</b>
<b>Oct 20, 2022</b>	<b>0.069</b>	Oct 20, 2022	0.115	<b>Oct 20, 2022</b>	<b>0.091</b>
<b>Oct 23, 2022</b>	<b>0.07</b>	Oct 23, 2022	0.102	<b>Oct 23, 2022</b>	<b>0.069</b>
<b>Oct 25, 2022</b>	<b>0.054</b>	Oct 25, 2022	0.109	<b>Oct 25, 2022</b>	<b>0.093</b>
<b>Oct 28, 2022</b>	<b>0.068</b>	Oct 28, 2022	0.111	<b>Oct 28, 2022</b>	<b>0.079</b>
<b>Oct 30, 2022</b>	<b>0.052</b>	Oct 30, 2022	0.106	<b>Oct 30, 2022</b>	<b>0.086</b>
<b>Nov 2, 2022</b>	<b>0.063</b>	Nov 2, 2022	0.108	<b>Nov 2, 2022</b>	<b>0.091</b>
<b>Nov 4, 2022</b>	<b>0.061</b>	Nov 4, 2022	0.112	<b>Nov 4, 2022</b>	<b>0.085</b>
<b>Nov 7, 2022</b>	<b>0.058</b>	Nov 7, 2022	0.106	<b>Nov 7, 2022</b>	<b>0.087</b>
<b>Nov 9, 2022</b>	<b>0.061</b>	Nov 9, 2022	0.103	<b>Nov 9, 2022</b>	<b>0.091</b>
<b>Nov 12, 2022</b>	<b>0.059</b>	Nov 12, 2022	0.099	<b>Nov 12, 2022</b>	<b>0.078</b>
<b>Nov 14, 2022</b>	<b>0.061</b>	Nov 14, 2022	0.11	<b>Nov 14, 2022</b>	<b>0.09</b>

---

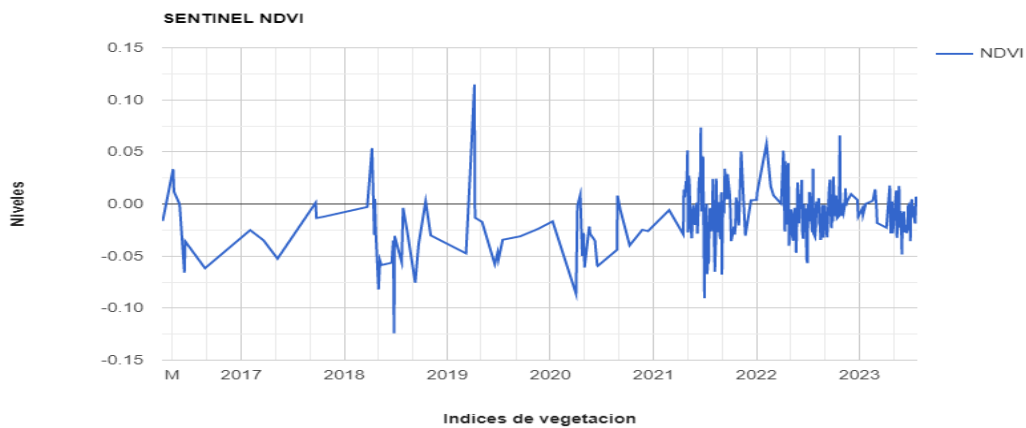
---

<b>Nov 17, 2022</b>	<b>0.063</b>	Nov 17, 2022	0.105	<b>Nov 17, 2022</b>	<b>0.079</b>
<b>Dec 2, 2022</b>	<b>0.081</b>	Dec 2, 2022	0.112	<b>Dec 2, 2022</b>	<b>0.094</b>
<b>Dec 24, 2022</b>	<b>0.072</b>	Dec 24, 2022	0.148	<b>Dec 24, 2022</b>	<b>0.103</b>
<b>Dec 27, 2022</b>	<b>0.1</b>	Dec 27, 2022	0.117	<b>Dec 27, 2022</b>	<b>0.082</b>
<b>Jan 11, 2023</b>	<b>0.121</b>	Jan 11, 2023	0.193	<b>Jan 11, 2023</b>	<b>0.059</b>
<b>Jan 13, 2023</b>	<b>0.09</b>	Jan 13, 2023	0.192	<b>Jan 13, 2023</b>	<b>0</b>
<b>Jan 16, 2023</b>	<b>0.086</b>	Jan 16, 2023	0.177	<b>Jan 16, 2023</b>	<b>0.109</b>
<b>Jan 23, 2023</b>	<b>0.084</b>	Jan 23, 2023	0.182	<b>Jan 23, 2023</b>	<b>0.071</b>
<b>Feb 17, 2023</b>	<b>0.085</b>	Feb 17, 2023	0.216	<b>Feb 17, 2023</b>	<b>0.048</b>
<b>Feb 25, 2023</b>	<b>0.111</b>	Feb 25, 2023	0.22	<b>Feb 25, 2023</b>	<b>0.135</b>
<b>Mar 2, 2023</b>	<b>0.118</b>	Mar 2, 2023	0.221	<b>Mar 2, 2023</b>	<b>0.133</b>
<b>Mar 4, 2023</b>	<b>0.125</b>	Mar 4, 2023	0.204	<b>Mar 4, 2023</b>	<b>0.13</b>
<b>Apr 6, 2023</b>	<b>0.122</b>	Apr 6, 2023	0.202	<b>Apr 6, 2023</b>	<b>0.106</b>
<b>Apr 18, 2023</b>	<b>0.097</b>	Apr 18, 2023	0.166	<b>Apr 18, 2023</b>	<b>0.124</b>
<b>Apr 21, 2023</b>	<b>0.114</b>	Apr 21, 2023	0.165	<b>Apr 21, 2023</b>	<b>0.129</b>
<b>Apr 23, 2023</b>	<b>0.114</b>	Apr 23, 2023	0.163	<b>Apr 23, 2023</b>	<b>0.124</b>
<b>Apr 26, 2023</b>	<b>0.101</b>	Apr 26, 2023	0.161	<b>Apr 26, 2023</b>	<b>0.122</b>
<b>Apr 28, 2023</b>	<b>0.086</b>	Apr 28, 2023	0.155	<b>Apr 28, 2023</b>	<b>0.114</b>
<b>May 1, 2023</b>	<b>0.087</b>	May 1, 2023	0.146	<b>May 1, 2023</b>	<b>0.122</b>
<b>May 3, 2023</b>	<b>0.091</b>	May 3, 2023	0.149	<b>May 3, 2023</b>	<b>0.109</b>
<b>May 11, 2023</b>	<b>0.072</b>	May 11, 2023	0.146	<b>May 11, 2023</b>	<b>0.098</b>
<b>May 13, 2023</b>	<b>0.094</b>	May 13, 2023	0.151	<b>May 13, 2023</b>	<b>0.112</b>
<b>May 16, 2023</b>	<b>0.044</b>	May 16, 2023	0.15	<b>May 16, 2023</b>	<b>0.103</b>
<b>May 18, 2023</b>	<b>0.059</b>	May 18, 2023	0.155	<b>May 18, 2023</b>	<b>0.103</b>
<b>May 21, 2023</b>	<b>0.041</b>	May 21, 2023	0.163	<b>May 21, 2023</b>	<b>0.106</b>
<b>May 23, 2023</b>	<b>0.025</b>	May 23, 2023	0.157	<b>May 23, 2023</b>	<b>0.092</b>
<b>May 26, 2023</b>	<b>0.046</b>	May 26, 2023	0.14	<b>May 26, 2023</b>	<b>0.09</b>
<b>May 28, 2023</b>	<b>0.054</b>	May 28, 2023	0.146	<b>May 28, 2023</b>	<b>0.097</b>
<b>May 31, 2023</b>	<b>0.068</b>	May 31, 2023	0.154	<b>May 31, 2023</b>	<b>0.107</b>
<b>Jun 2, 2023</b>	<b>0.057</b>	Jun 2, 2023	0.157	<b>Jun 2, 2023</b>	<b>0.095</b>
<b>Jun 5, 2023</b>	<b>0.056</b>	Jun 5, 2023	0.144	<b>Jun 5, 2023</b>	<b>0.082</b>

---

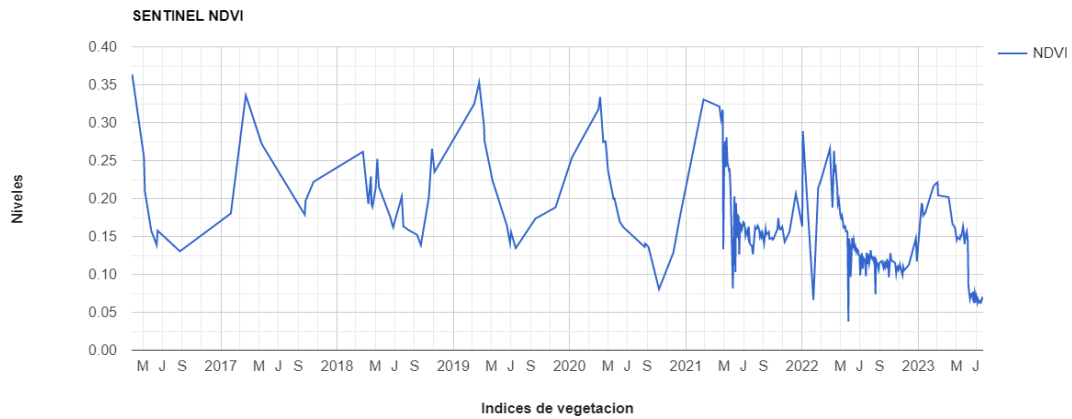
<b>Jun 7, 2023</b>	<b>0.06</b>	Jun 7, 2023	0.084	<b>Jun 7, 2023</b>	<b>0.086</b>
<b>Jun 10, 2023</b>	<b>0.07</b>	Jun 10, 2023	0.074	<b>Jun 10, 2023</b>	<b>0.102</b>
<b>Jun12, 2023</b>	<b>0.049</b>	Jun 12, 2023	0.067	<b>Jun 12, 2023</b>	<b>0.087</b>
<b>Jun15, 2023</b>	<b>0.061</b>	Jun 15, 2023	0.073	<b>Jun 15, 2023</b>	<b>0.09</b>
<b>Jun17, 2023</b>	<b>0.046</b>	Jun 17, 2023	0.074	<b>Jun 17, 2023</b>	<b>0.084</b>
<b>Jun20, 2023</b>	<b>0.033</b>	Jun 20, 2023	0.07	<b>Jun 20, 2023</b>	<b>0.088</b>
<b>Jun22, 2023</b>	<b>0.018</b>	Jun 22, 2023	0.077	<b>Jun 22, 2023</b>	<b>0.085</b>
<b>Jun25, 2023</b>	<b>0.043</b>	Jun 25, 2023	0.062	<b>Jun 25, 2023</b>	<b>0.08</b>
<b>Jun27, 2023</b>	<b>0.042</b>	Jun 27, 2023	0.075	<b>Jun 27, 2023</b>	<b>0.086</b>
<b>Jun30, 2023</b>	<b>0.058</b>	Jun 30, 2023	0.068	<b>Jun 30, 2023</b>	<b>0.091</b>
<b>Jul 2, 2023</b>	<b>0.055</b>	Jul 2, 2023	0.071	<b>Jul 2, 2023</b>	<b>0.081</b>
<b>Jul 5, 2023</b>	<b>0.051</b>	Jul 5, 2023	0.063	<b>Jul 5, 2023</b>	<b>0.08</b>
<b>Jul 7, 2023</b>	<b>0.048</b>	Jul 7, 2023	0.067	<b>Jul 7, 2023</b>	<b>0.082</b>
<b>Jul 10, 2023</b>	<b>0.045</b>	Jul 10, 2023	0.064	<b>Jul 10, 2023</b>	<b>0.076</b>
<b>Jul 12, 2023</b>	<b>0.051</b>	Jul 12, 2023	0.063	<b>Jul 12, 2023</b>	<b>0.084</b>
<b>Jul 15, 2023</b>	<b>0.035</b>	Jul 15, 2023	0.065	<b>Jul 15, 2023</b>	<b>0.081</b>
<b>Jul 17, 2023</b>	<b>0.042</b>	Jul 17, 2023	0.063	<b>Jul 17, 2023</b>	<b>0.074</b>
<b>Jul 20, 2023</b>	<b>0.035</b>	Jul 20, 2023	0.068	<b>Jul 20, 2023</b>	<b>0.09</b>
<b>Jul 22, 2023</b>	<b>0.003</b>	Jul 22, 2023	0.066	<b>Jul 22, 2023</b>	<b>0.076</b>

**Figura 57:** Gráfico de las coordenadas: lon: -68.23455 y lat: -16.54678.

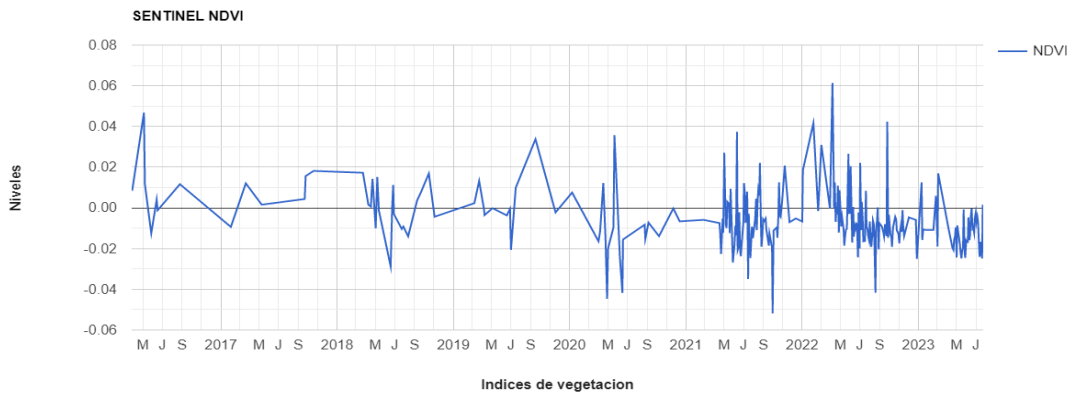




**Figura 58:** Gráfico de las coordenadas: lon: -68.20875 y lat: -16.43356.



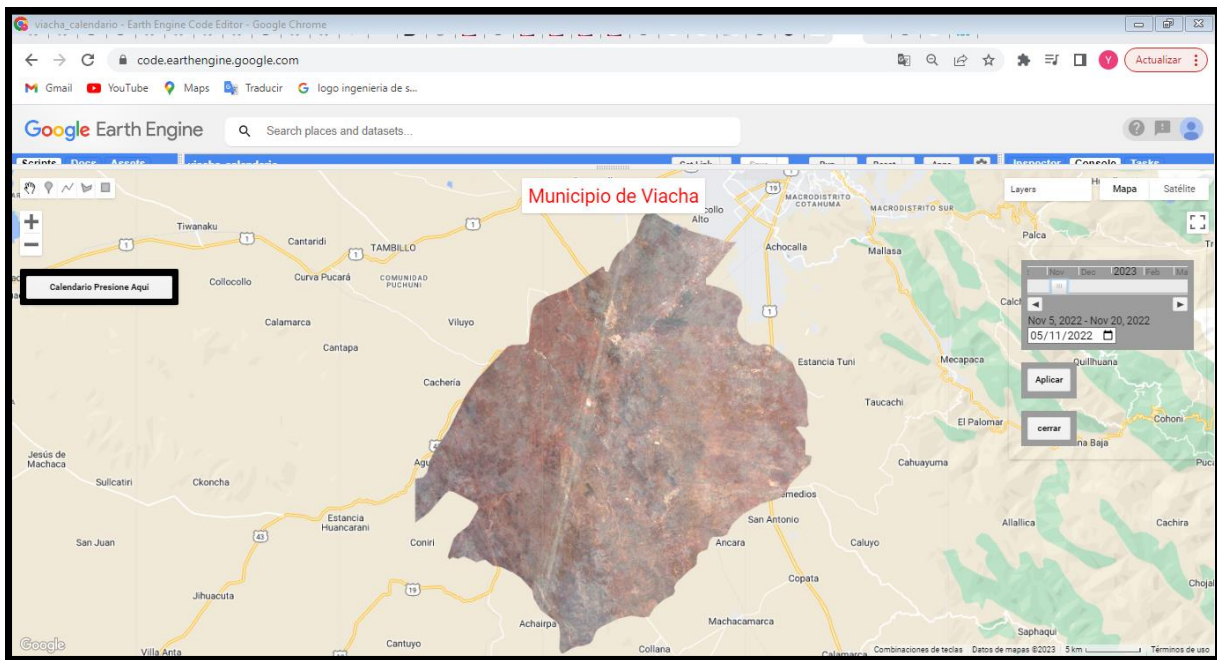
**Figura 59:** Gráfico de las coordenadas: lon: -68.22753 y lat: -16.57281.



### 3.5.3. Obtención de imágenes satelitales

Por medio del calendario se pueden obtener imágenes satelitales con un lapso de tiempo de 15 días los cuales se muestran siempre y cuando se tengan captadas imágenes despejadas de nubes al 10%, al aplicar la fecha de la cual se requiere la capa se cargará en el visualizador.

Figura 60: Modelo de imágenes satelitales.



### 3.5.4. Implementación de algoritmos

#### ➤ Obtención de la capa del Municipio

```

Imports (3 entries)
└─ var table: Table users/YhennyValerianoTesis/municipio_viacha
└─ var sentinel_2: ImageCollection "Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C"
└─ var imageVisParam: B4, B3 and B2 from 1265 to 4191

1 var rgb = {
2   min:0,
3   max:3000,
4   bands:['B4','B3','B2'],
5 }
6 var viacha_boundary = ee.FeatureCollection(table).style({color:'black', width: 3, fillColor:'00000000'});
7 var roi = ee.Feature(viacha_boundary).geometry();
8 var viacha_sentinel = sentinel_2.filter(ee.Filter.bounds(roi))
9   .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE',10));
10 var viacha_sentinel_mediana = viacha_sentinel.median();
11 var viacha_sentinel_clip = viacha_sentinel_mediana.clip(table);
12 Map.addLayer(viacha_sentinel_clip, rgb);
13 Map.centerObject(table,11);
14

```

#### ➤ Proceso del calendario

```

16 //CALENDARIO
17 var dicobjetos = ui.DateSlider({start:'2015-01-01', end:ee.Date(Date.now()), period: 15,
18   onChange:function(){}, style: {backgroundColor: '9c9c9c', position: 'top-right'}});
19

```

## ➤ Título de la capa

```
20 //TITULO
21 var etiqueta= ui.Label({value: 'Municipio de Viacha',
22 style: {
23     fontSize: '24px',
24     color: 'red',
25 }
26 })
27 Map.add(etiqueta)
28
```

## ➤ Botón CALENDARIO

```
50
51 //BOTON CALENDARIO
52 var botonpanel = ui.Button({
53     label:'Calendario Presione Aqui',
54     onClick: function(p){
55         p= Map.add(panel)
56     },
57     disabled: null,
58     style : {color:'black', backgroundColor: '000000', position: 'top-left', width: '200px'}})
59 Map.add(botonpanel)
60
```

## ➤ Botón APLICAR del panel calendario

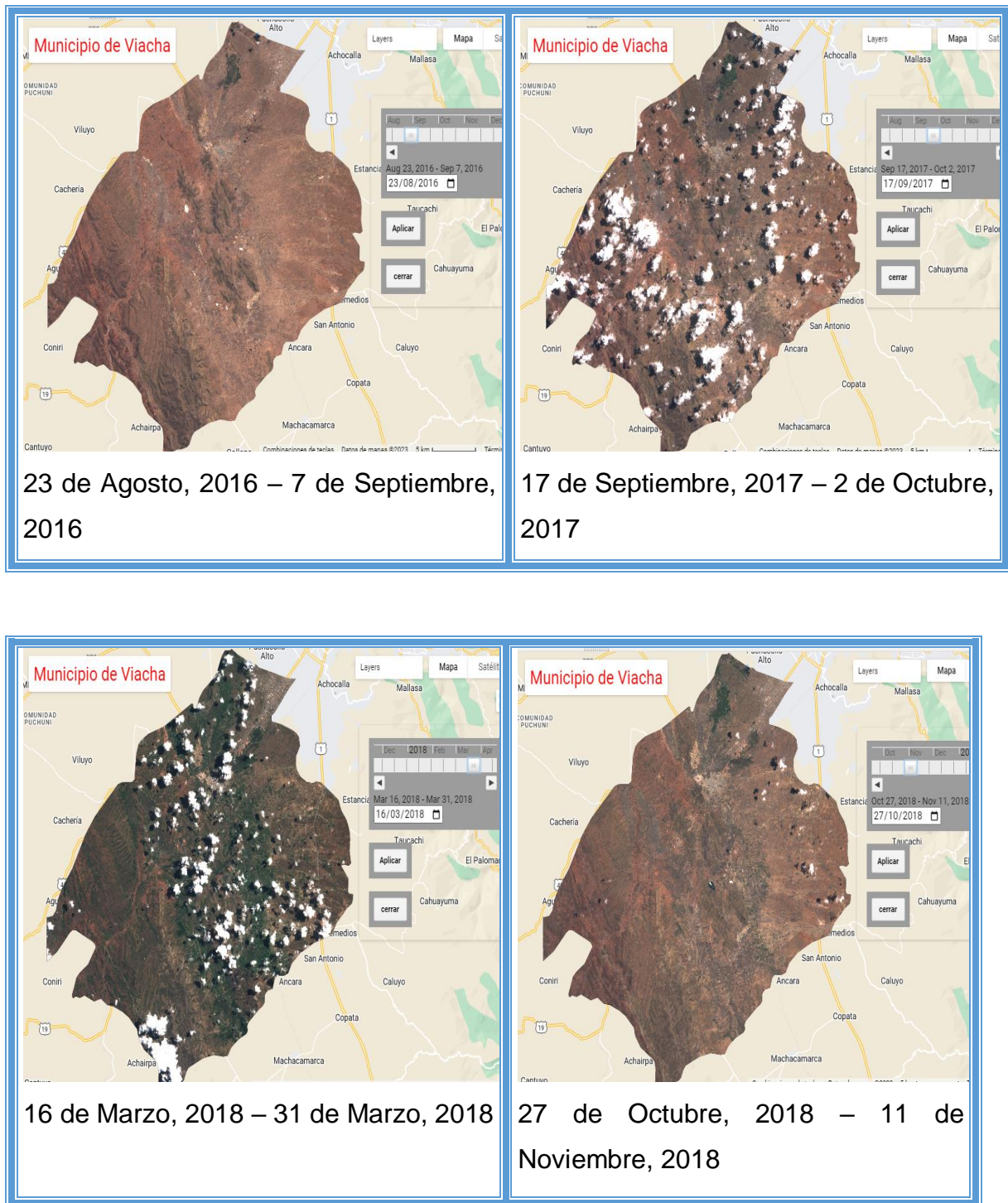
```
37
38 //BOTON APLICAR
39 var boton = ui.Button({label:'Aplicar', onClick:function(b){
40     var coleccion = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2').filterBounds(table)
41         .filterDate(ee.Date(dicobjetos.getValue()[0]).format('YYYY-MM-dd'), ee.Date(dicobjetos.getValue()[1]).format('YYYY-MM-dd'))
42         .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE','less_than', 10).mosaic()
43
44     print (coleccion)
45     var corte=coleccion.clip(table);
46     Map.addLayer(corte, rgb, 'Date.now');
47 },style : {color:'black', backgroundColor: '9c9c9c', position: 'bottom-right'}})
48
49 var panel = ui.Panel({widgets: [dicobjetos, boton, boton1], layout: ui.Panel.Layout.Flow('vertical'),
50 style: {backgroundColor:'0000000',position: 'top-right'}})
51
```

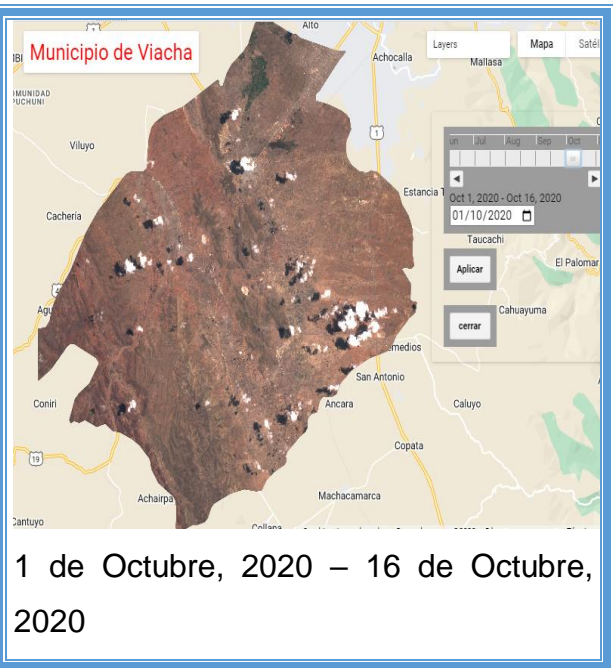
## ➤ Botón CERRAR del panel calendario

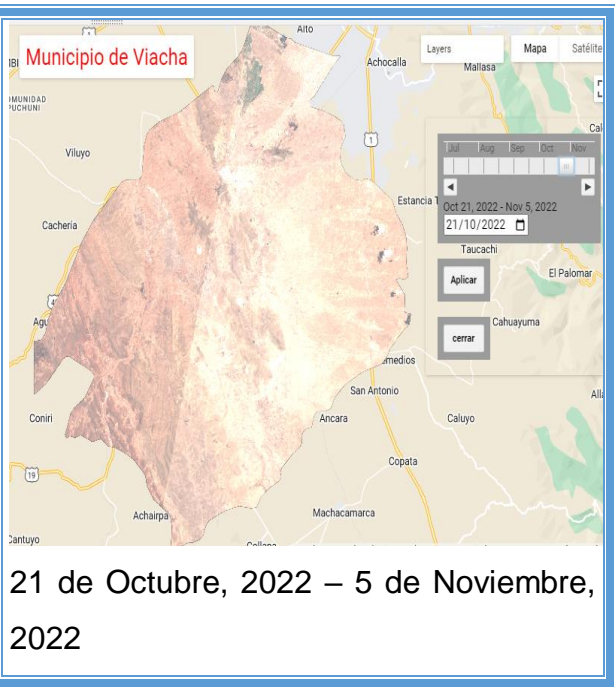
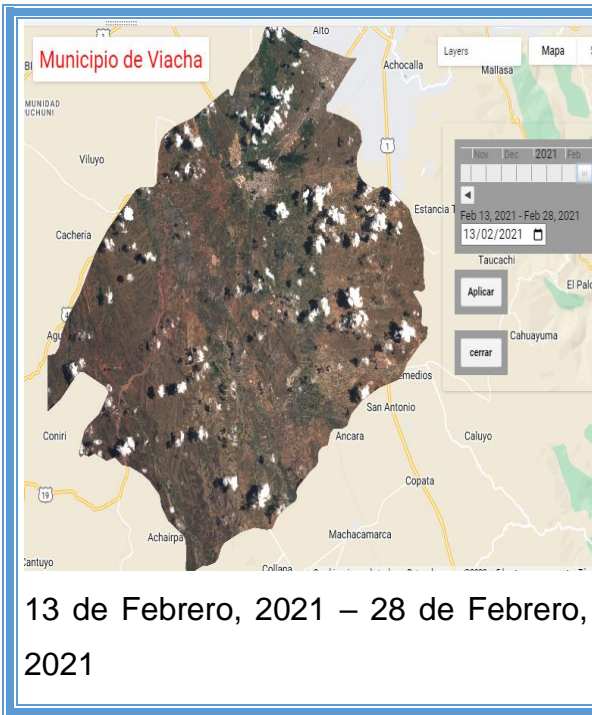
```
28
29 // BOTON CERRAR
30 var boton1 = ui.Button({
31     label:'cerrar',
32     onClick: function(p){
33         p= Map.remove(panel)
34     },
35     disabled: null,
36     style : {color:'black', backgroundColor: '9c9c9c', position: 'bottom-right'}})
37
```

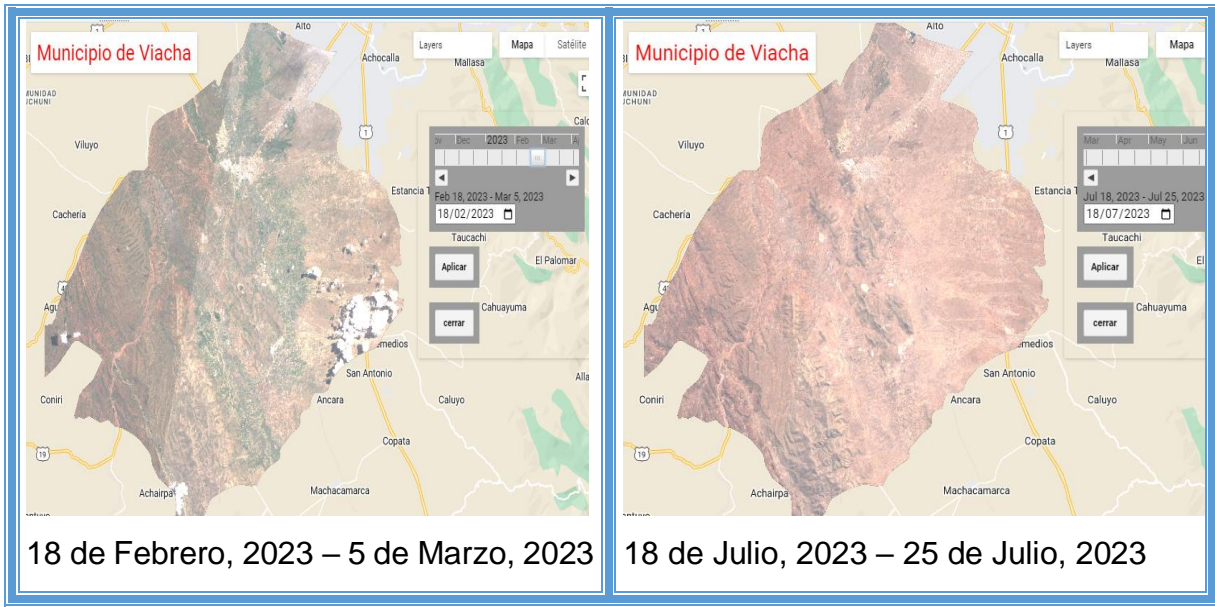
Mediante el anterior código se logra captar imágenes satelitales, en este caso se trabajó con Sentinel 2 la cual capta imágenes desde 2016 hasta la actualidad, como ejemplo se muestra imágenes que fueron captadas cada año.

**Figura 61:** *Imágenes sentinel de cada año.*







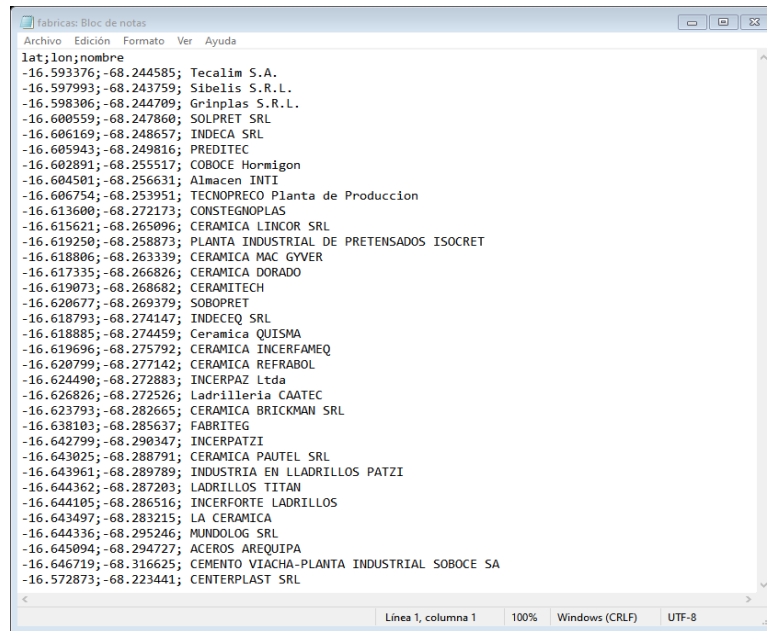


### 3.5.5. Proceso de publicación capas shp al GeoServer

Para crear capas de distintos puntos solamente se necesita las coordenadas la cual se plasma en un bloc de notas para seguidamente subirla a QGIS proporcionando un estilo SLD y guardando la nueva capa SHP, y por ultimo publicar en el Geoserver como se muestra en las siguientes imágenes.

- **Datos de coordenadas**

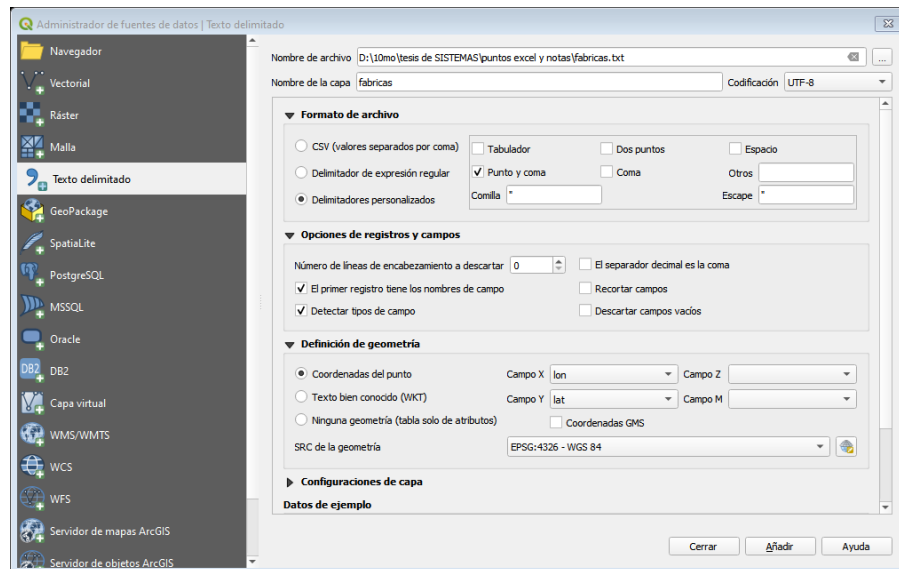
Figura 62: Coordenadas de fábricas en el municipio de Viacha.



**Nota:** Se plasma los datos de las coordenadas en un bloc de notas para luego subirlo a QGIS.

- **Proceso en QGIS**

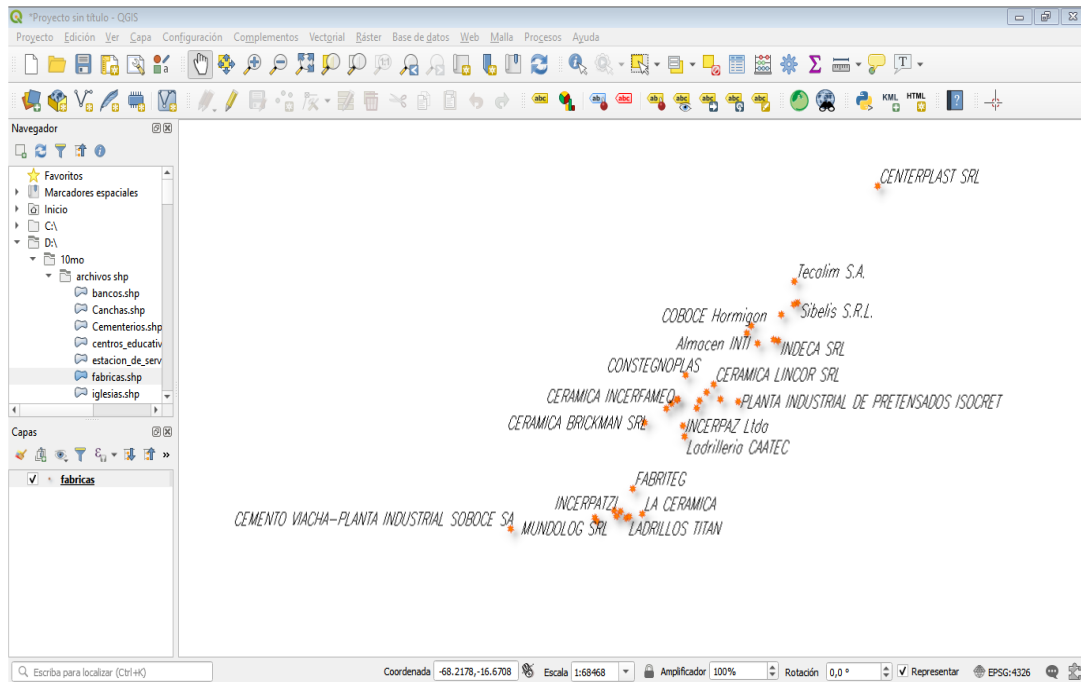
Figura 63: Añadimos capa de texto delimitado



**Nota:** Subimos el archivo como texto delimitado para que pueda reconocer el archivo.



**Figura 64:** Capa de texto delimitado

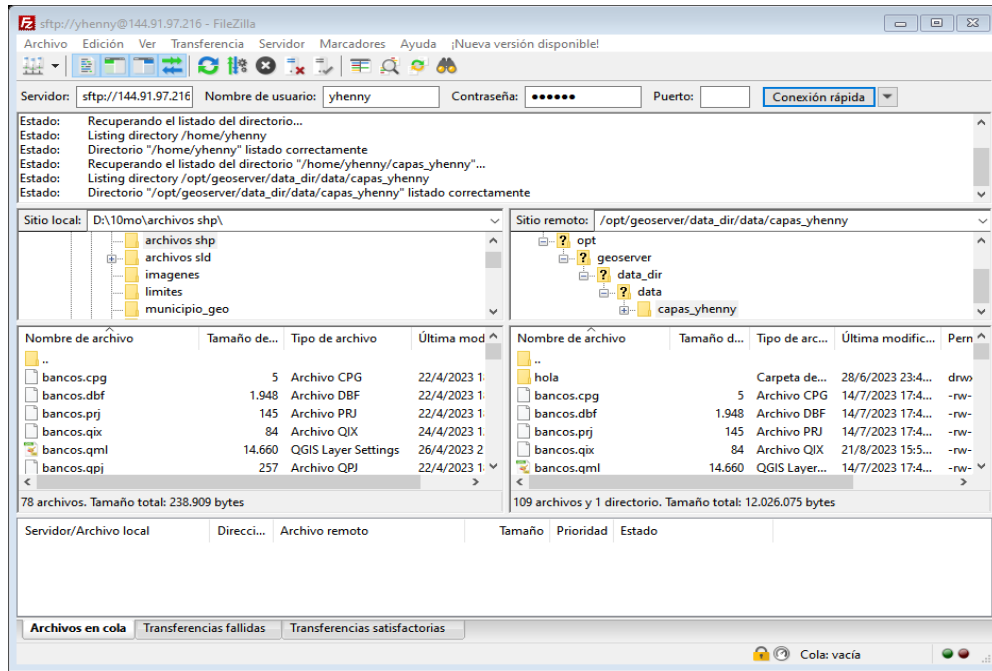


**Nota:** Se añade nueva capa de texto delimitado para que sea compatible con el archivo de bloc de notas.

A nuestra capa le añadimos un estilo SLD el cual se aplicará a nuestra capa subida al GeoServer.

- **Publicación de capas al GeoServer**

**Figura 65:** Archivos en FileZilla.



**Nota:** Se transfieren los archivos shp a FileZilla que está conectado al GeoServer.

**Figura 66:** Pantalla principal del geoserver.

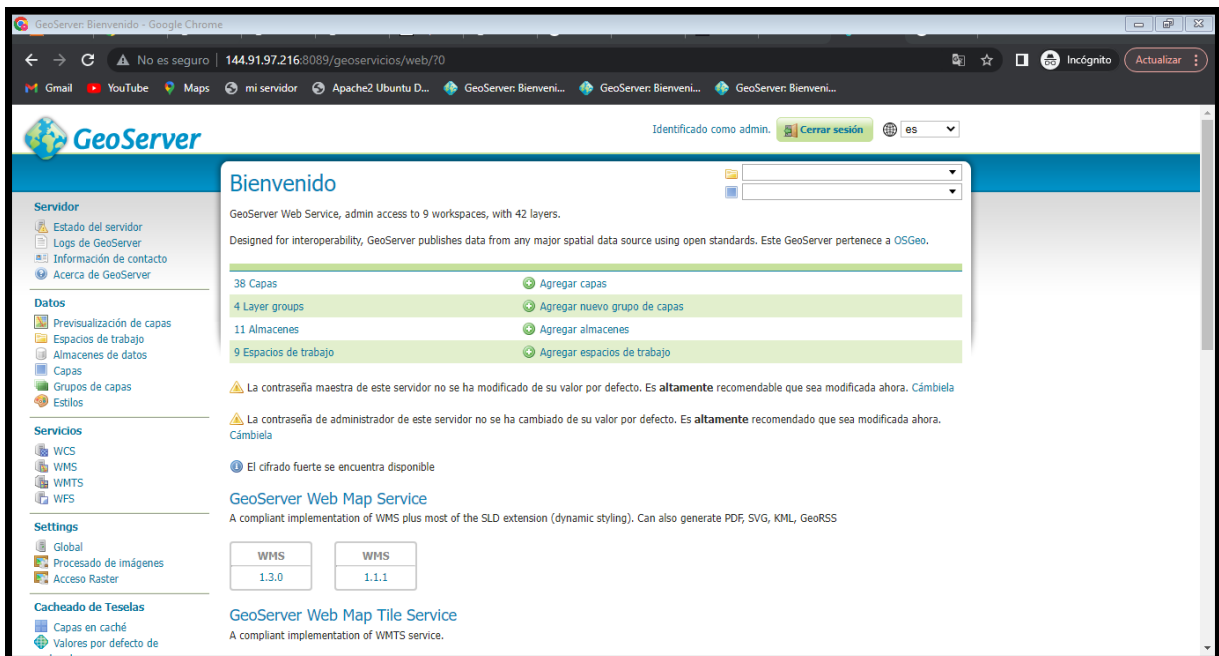
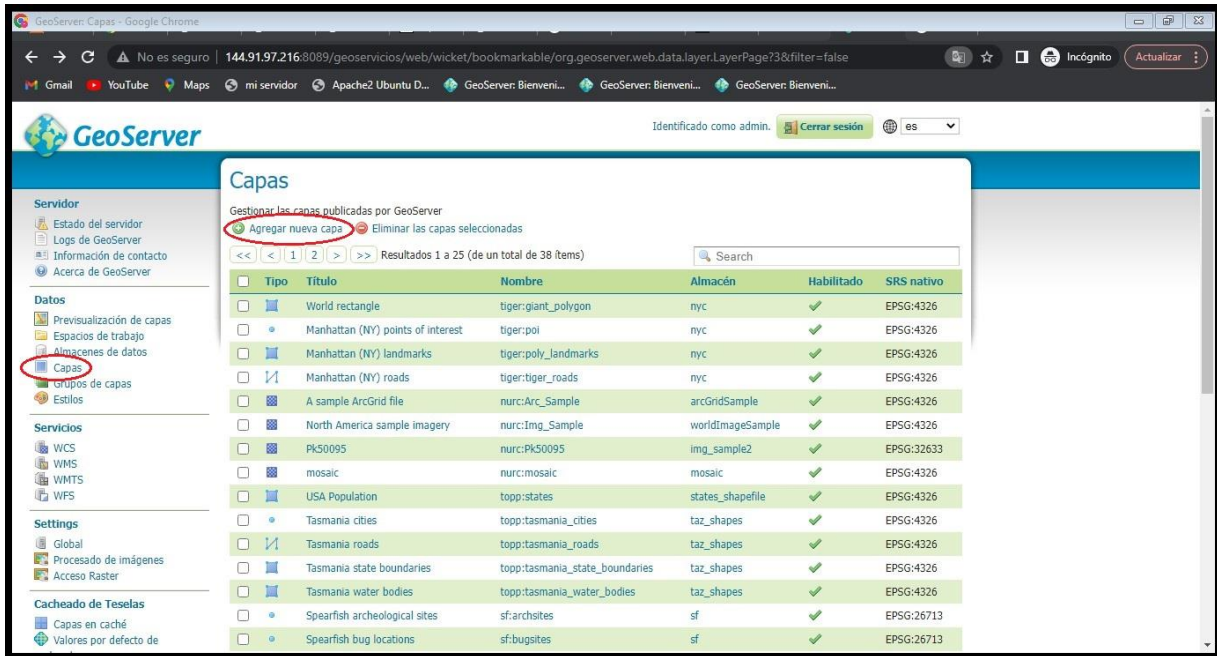
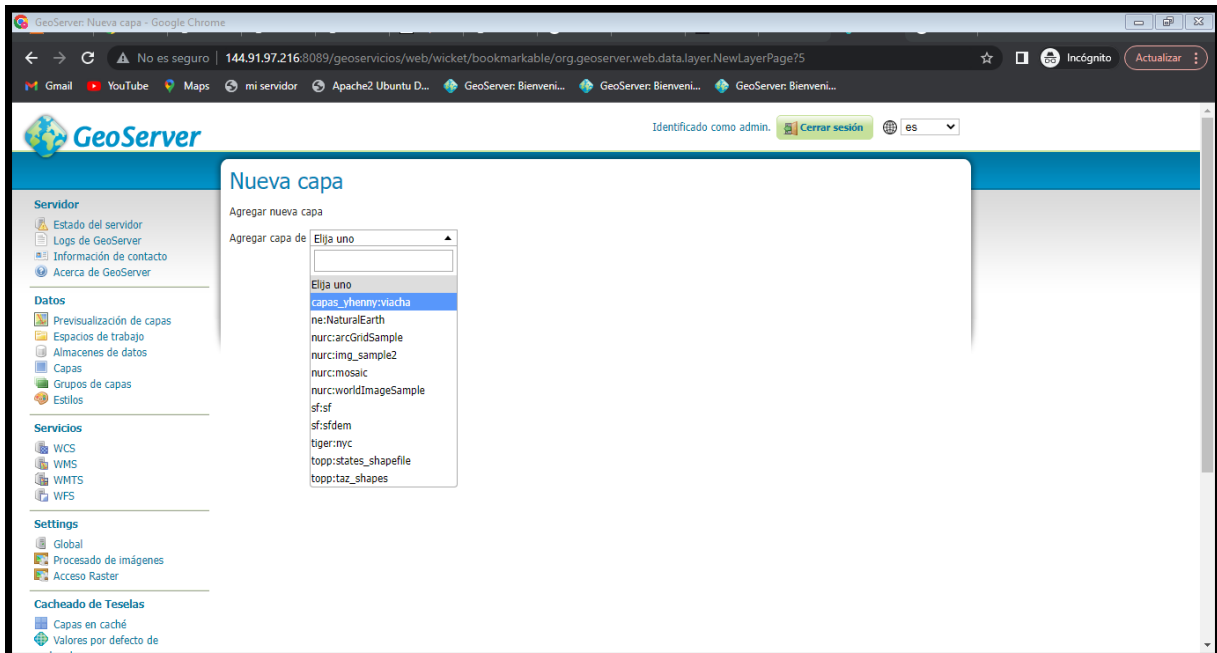


Figura 67: Nueva Capa

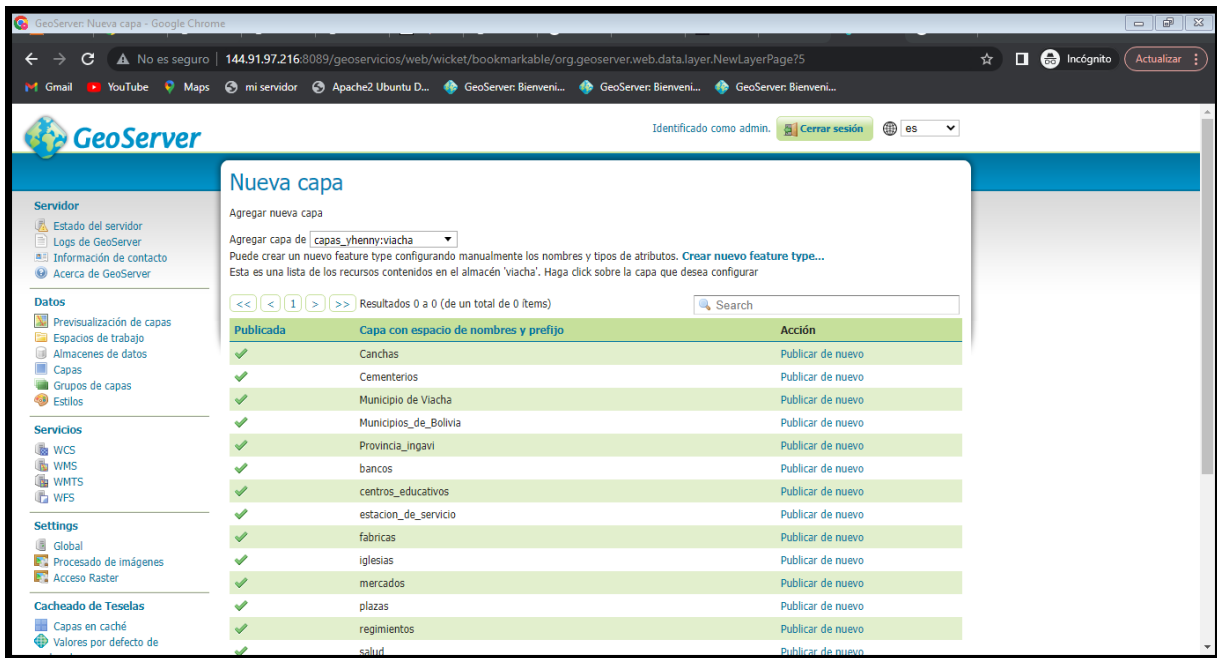


Nota: Presionamos en Capa y seguidamente en Agregar nueva capa.

Figura 68: Seleccionamos el espacio de trabajo

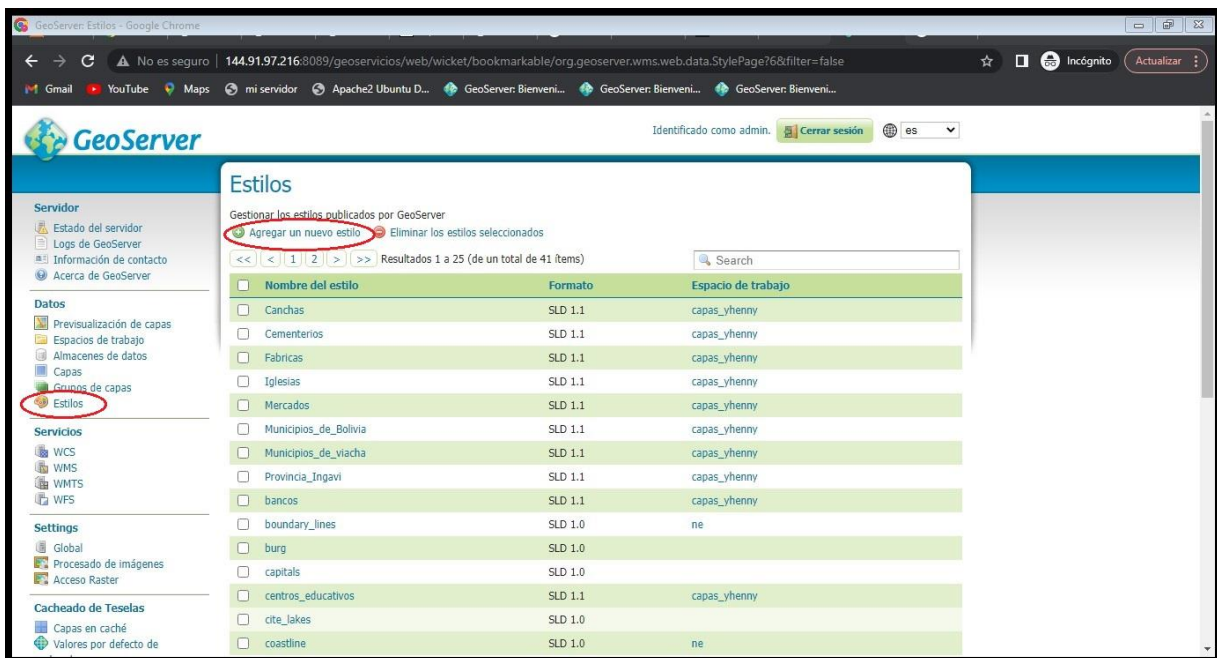


**Figura 69: Capas subidas**



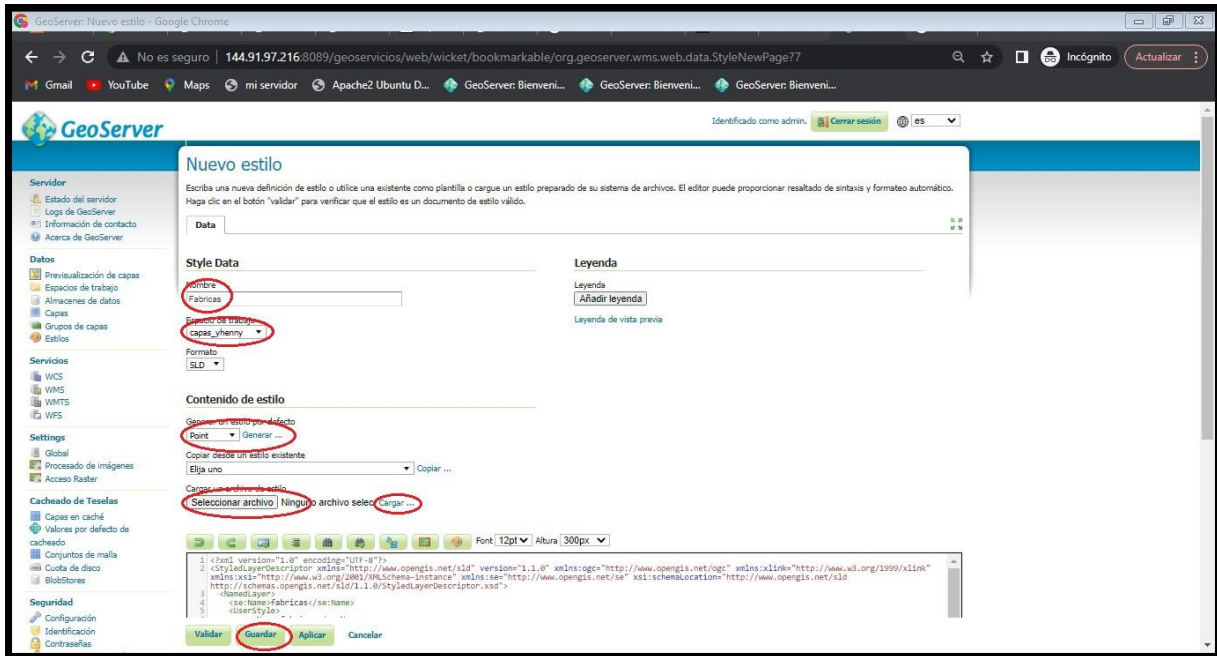
**Nota:** Nos aparecen las capas que se subieron al servidor, una verificada subimos los estilos de cada capa.

**Figura 70: Añadimos nuevo estilo**



**Nota:** Presionamos en Estilos y seguidamente Agregar un nuevo estilo.

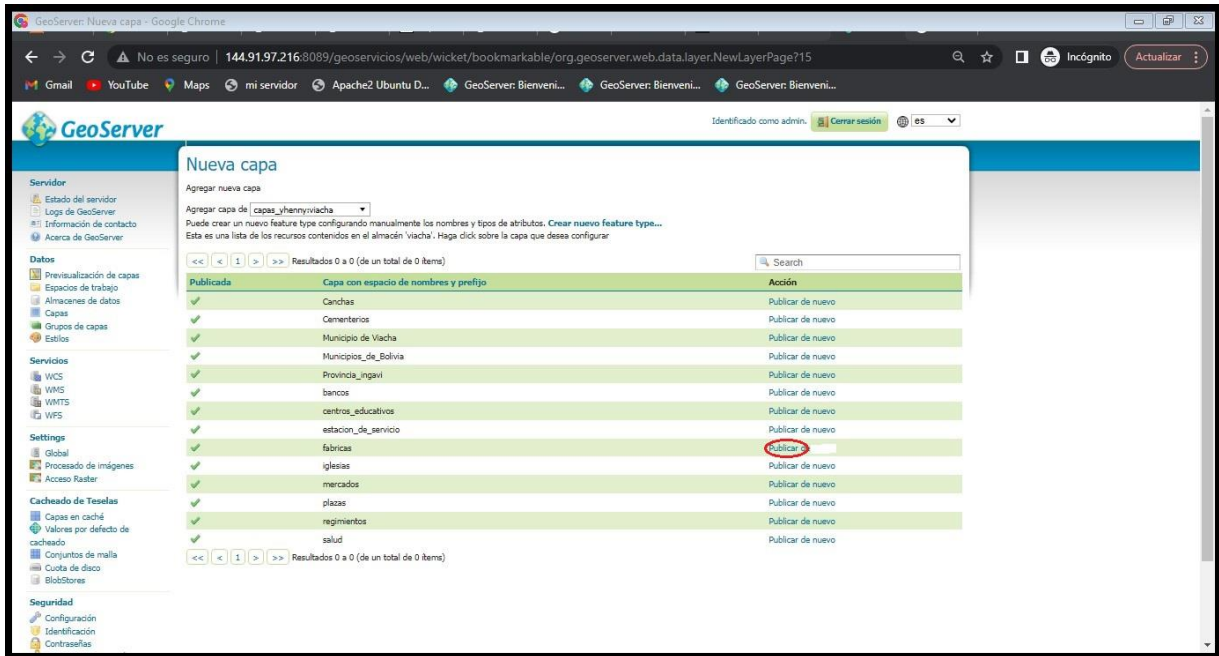
Figura 71: Nuevo estilo.



- Añadimos el nombre al estilo.
- Seleccionamos el espacio de trabajo.
- Elegimos el estilo por defecto.
- Seleccionamos el archivo.
- Presionamos en cargar.
- Presionamos en guardar.

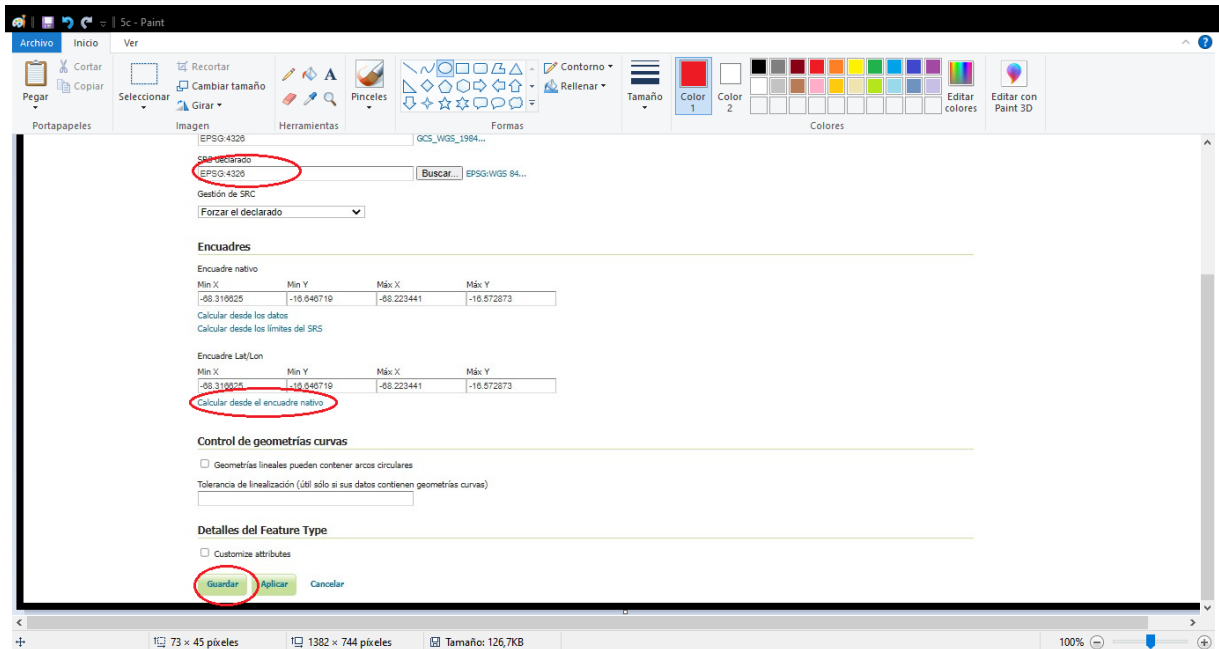
Ingresamos nuevamente a la pestaña de Capas, Agregar nueva capa, y seleccionamos el espacio de trabajo.

Figura 72: Publicar capa



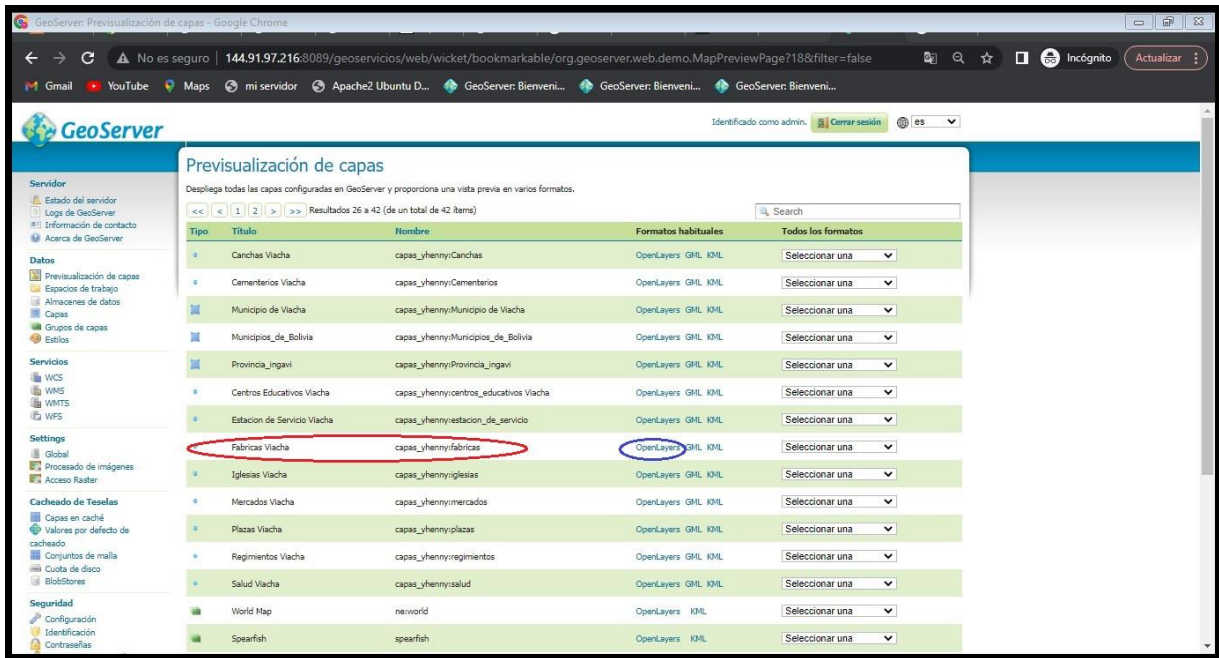
Nota: Presionamos en publicar la capa que queremos subir.

Figura 73: Capa publicada.



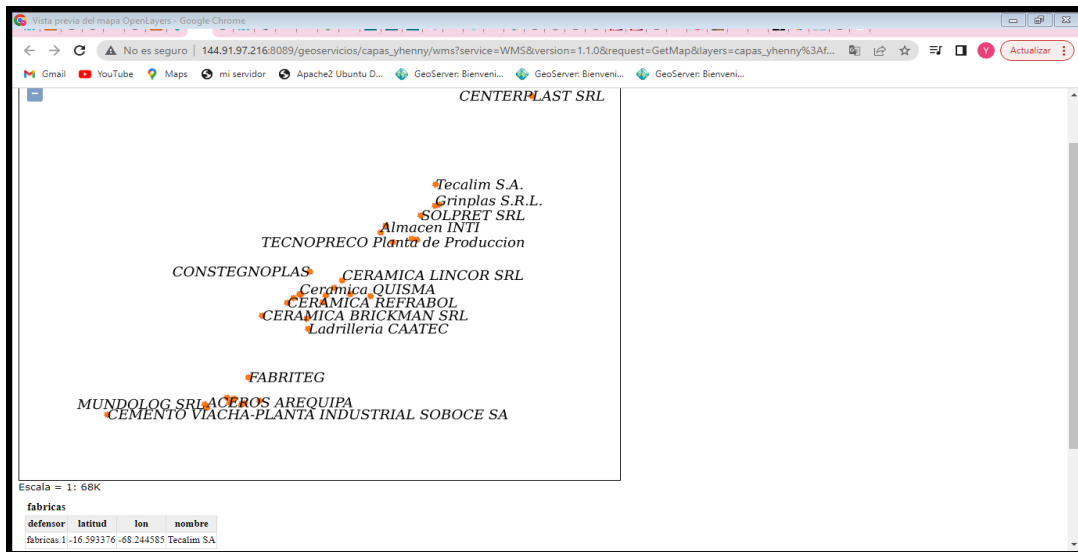
Nota: Seleccionamos el Srs (4326), presionamos en encuadres nativos y por ultimo presionamos en Guardar.

Figura 74: Capas subidas al Geoserver.



Nota: Presionamos en OpenLayers para visualizar la capa.

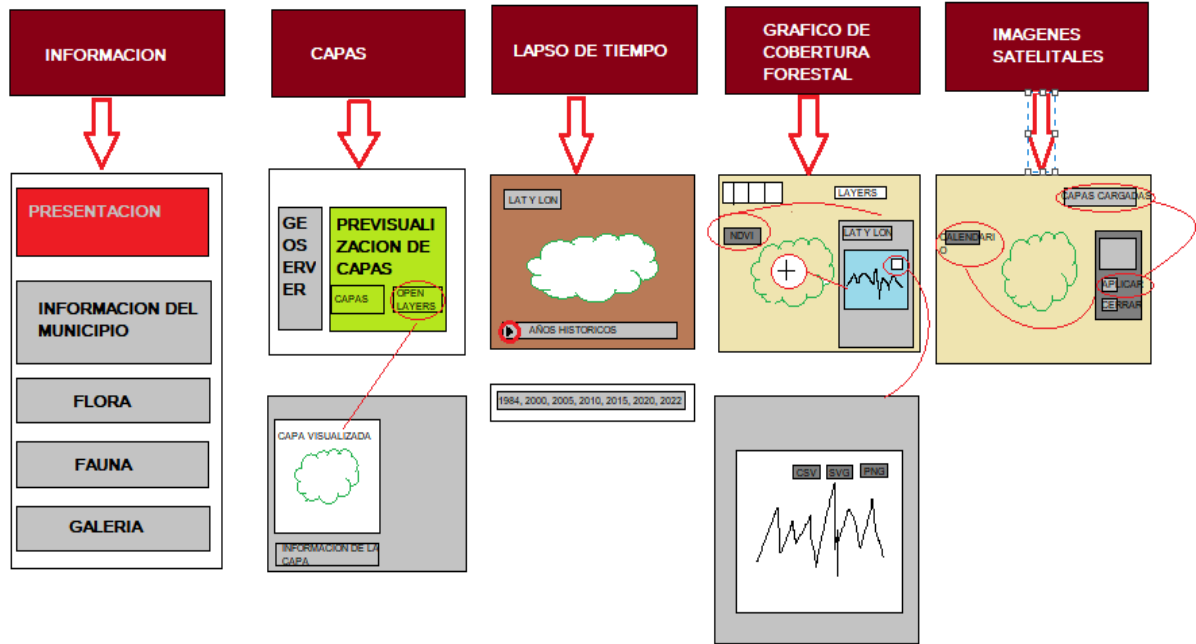
Figura 75: Visualización de capa de fábricas en Geoserver.



Nota: Al presionar en alguna fábrica en la parte inferior nos aparece las coordenadas.

### 3.6. ESTRUCTURA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MODELO

Figura 76: Funcionamiento del modelo



### 3.7. VISUALIZACIÓN DEL MODELO

#### MODULO DE INFORMACION

Es la ventana principal donde se visualizan 4 opciones: capas, lapso de tiempo, grafico de cobertura forestal, imágenes satelitales que se visualizan de la siguiente manera:

Figura 77: Modulo de Información.





## MUNICIPIO DE VIACHA

La provincia Ingavi en el cual se encuentra el Municipio de Viacha, fue creado el 18 de noviembre de 1842 mediante Decreto Supremo en conmemoración a la batalla de Ingavi. Tiene una extensión de 844.3 km<sup>2</sup>. Su topografía tiene un relieve ondulado, con presencia de serranías, la ciudad de Viacha colinda con la ciudad de El Alto siendo la avenida Jacha Tupho (Distrito 7) el límite territorial entre ambas. Los principales ríos son el Desaguadero, el Chama, el Jachajahuira y el Pallina. El clima es frío, tiene temperatura promedio de 8°C. Cuenta con una población aproximada de 80.724 habitantes según censo 2012. Su principal actividad es la ganadería, entre las que más se destacan son el vacuno, ovino, porcino y camélidos, se encuentra la Fábrica de Cemento SOBOCE, Viacha es conocida como una ciudad industrial y productiva.



### Territorio del municipio de Viacha

<b>Superficie del municipio de Viacha</b>	844.3 km <sup>2</sup>
<b>Altitud del municipio de Viacha</b>	3 857 metros de altitud
<b>Coordenadas geográficas</b>	<b>Latitud:</b> -16.6478
	<b>Longitud:</b> -68.2922
	<b>Latitud:</b> 16° 38' 52" Sur <b>Longitud:</b> 68° 17' 32" Oeste

### MUNICIPIOS VECINOS DE VIACHA

#### Municipios que limitan con Viacha

Laja	Achocalla	Achocalla
Laja		Achocalla
Comanche	Mecapaca	Mecapaca

#### Municipios vecinos de Viacha

Achocalla 15.8 km	Laja 16.2 km	El Alto 18.4 km
Collana 22.9 km	Calacoto 25 km	La Paz 25.5 km

Mecapaca 29.6 km	Pucarani 33.5 km	Calamarca 34.5 km
Colquencha 35.2 km	Palca 37.4 km	Tiahuanacu 42.5 km
Sapahaqui 45.3 km	Batallas 46.7 km	Comanche 48.5 km
Waldo Ballivián 49.5 km		

### FLORA

El Municipio de Viacha no cuenta con abundantes especies de flora ya que presenta dos pisos ecológicos: Zona relieve montañosa 38% - Zona de altiplano y llano 62%. Las llanuras húmedas se caracterizan por suelos con bastante fertilidad donde se desarrolla la actividad ganadera lechera y en algunas comunidades la producción de forraje como cebada y avena. Las llanuras secas presentan abundante vegetación compuesta por pastizales y matorrales y es apta para la agricultura y ganadería. Existen algunas variedades de flora como ser:

**Thola** La thola es una planta arbustiva alto andina muy utilizada como planta medicinal, como combustible ecológico y forraje para animales de pastoreo por lo que representa un gran potencial económico.



**Waraco** Es un cactus típico de los Andes, ocurre en pastizales de altura requiere de mucha luz y algo de sol directo.



**Totora** Es una planta acuática, sirve de forraje para los animales, para la fabricación de embarcaciones, casas y entre otros, su consumo es beneficioso para prevenir a prevenir el cáncer de colon y el estreñimiento.



**Yareta** Es un arbusto nativo de las regiones altiplánicas, se adapta a distintos cambios climatológicos. Se dice que permite depurar el organismo y aliviar problemas gastrointestinales, calmar dolores dentales y puede regular los índices de glicemia.



**Ichu** Es un pasto del altiplano andino empleado para la construcción de casas, forraje de animales camélidos altiplánicos.



<b>Ichu</b>	Es un pasto del altiplano andino empleado para la construcción de casas, forraje de animales camélidos altiplánicos.	
<b>Pajonal</b>	Son pastizales naturales que se encuentran en valles y montañas, son vitales para conservación del agua.	
<b>Ch'illigua</b>	Es una paja suave, con la cual se puede elaborar cestería. Es característica del altiplano y crecen con preferencia en lugares húmedos y cercanos a los ríos. Indicador de las lluvias y la producción.	
<b>Kiswara</b>	Es un árbol que puede llegar a medir 4 a 5 metros, pueden soportar temperaturas extremadamente bajas, sirve para aliviar problemas hepáticos, de próstata, diabetes, cistitis, reumatismo, artritis, curar resfrios y cicatrizar heridas.	
<b>Suphu Thola</b>	Es un arbusto resinoso, lignificado, erecto, ramoso, se usa como leña y arbusto medicinal	
<b>FAUNA</b>		
La fauna en Bolivia es muy diversa y amplia ya que depende de las distintas zonas climáticas que se tiene en nuestro país		
<b>Vicuña</b>	Pertenece a la familia de camélidos habitan en la zona Altiplanica, su pelaje es una de las mas finas en todo el mundo se alimentan de las estepas altoandinas y altiplanicas, estuvo en peligro de extincion y todacia es una especie que requiere de conservacion.	
<b>Llama</b>	Es uno de los camélidos mas grandes de Sudamerica habitan especialmente en el Altiplano puede llegar a alcanzar un metro de altura, sus orejas son punteagudas, al ser un camélido grande en algunos lugares suelen utilizarlos como animales de carga	
<b>Alpaca</b>	Es un animal mediano pertenece a la familia de camélidos, estatura promedio de 80 a 90 cm, son valiosos a causa de la calidad y la cantidad de lana, sus orejas son pequeñas y punteagudas	
<b>Zorro</b>	Son animales mamíferos carnívoros y omnívoros pueden alimentarse de gusanos, insectos, lombrices, roedores, conejos y aves pequeñas, son veloces y pequeños, se los identifica por sus grandes orejas, su color rojizo y su cola larga y espesa	
<b>Vizcachta</b>	Es un roedor grande, se alimenta de hierbas y vegetales duros, su color de pelaje es gris claro o gris pardo, su habitat son los lugares rocosos	
<b>Chinchillas</b>	Son roedores pequeños presas de las aves rapaces, se alimentan de semillas, raíces, hojas, frutos, bayas, corteza, alfalfa y diferentes hierbas, acostumbran vivir en las grietas de las rocas	
<b>Perdiz</b>	Es una ave de la zona altiplanica se encuentra en elevaciones altas en matorrales y pastizales andinos rocosos, es omnívora, herbívora e insectívora	
<b>Colibri</b>	Son aves pequeñas y muy coloridas, miden aproximadamente desde los 5 cm hasta los 20 cm pueden llegar a vivir hasta 18 años, sus colores dependen mucho del sexo del colibri, se alimenta de del nectar de las flores	
<b>Yaka yaka</b>	También conocido como pajarito carpintero andino, tiene el pico largo y afilado, se alimentan en pastizales, pajonales, orillas de ríos de gusanos, larvas, insectos que encuentran por ahí, habita en lugares rocosos, los colores de sus plumas lo ayudan a camuflarse	



## MODULO DE CAPAS

Es la ventana donde se pueden pre visualizar las capas de los distintos puntos estratégicos del Municipio de Viacha

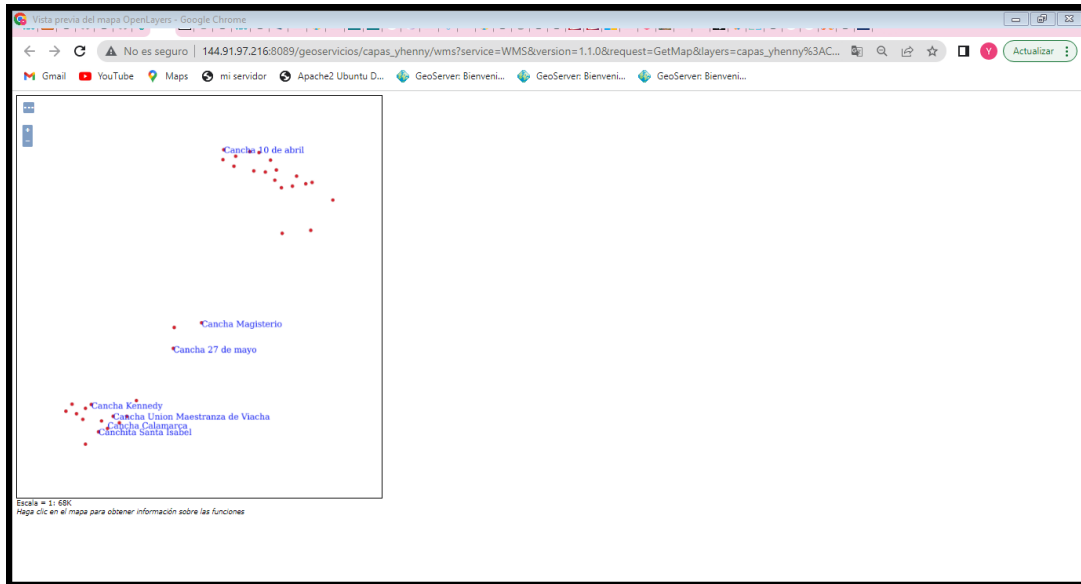
Figura 78: Modulo de capas.

tipo	titulo	nombre	Formatos habituales	Todos los formatos
o	Cancha Viacha	capas_yhennyCanchas	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Cementerios Viacha	capas_yhennyCementerios	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Municipio de Viacha	capas_yhennyMunicipio de Viacha	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Municipios de Bolivia	capas_yhennyMunicipios de Bolivia	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Provincia Ingavi	capas_yhennyProvincia Ingavi	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Centros Educativos Viacha	capas_yhennycentros_educativos Viacha	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Estación de Servicio Viacha	capas_yhennyestacion_de_servicio	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Fábricas Viacha	capas_yhennyfabricas	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Iglesias Viacha	capas_yhennyiglesias	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Mercados Viacha	capas_yhennymercados	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Plaza Viacha	capas_yhennyplazas	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Regimientos Viacha	capas_yhennyregimientos	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Salud Viacha	capas_yhenny salud	OpenLayers, GML, KML	Seleccionar una
o	Mapa del mundo	net_mundo	KML de capas abiertas	Seleccionar una
o	pez lanza	pez lanza	KML de capas abiertas	Seleccionar una

De la siguiente manera es como se ve la pre visualización de la capa seleccionada en este caso se tomó como ejemplo la capa de canchas del Municipio de Viacha.

Presionamos en OpenLayers para que se pueda pre visualizar la capa.

**Figura 79:** *Capa visualizada.*

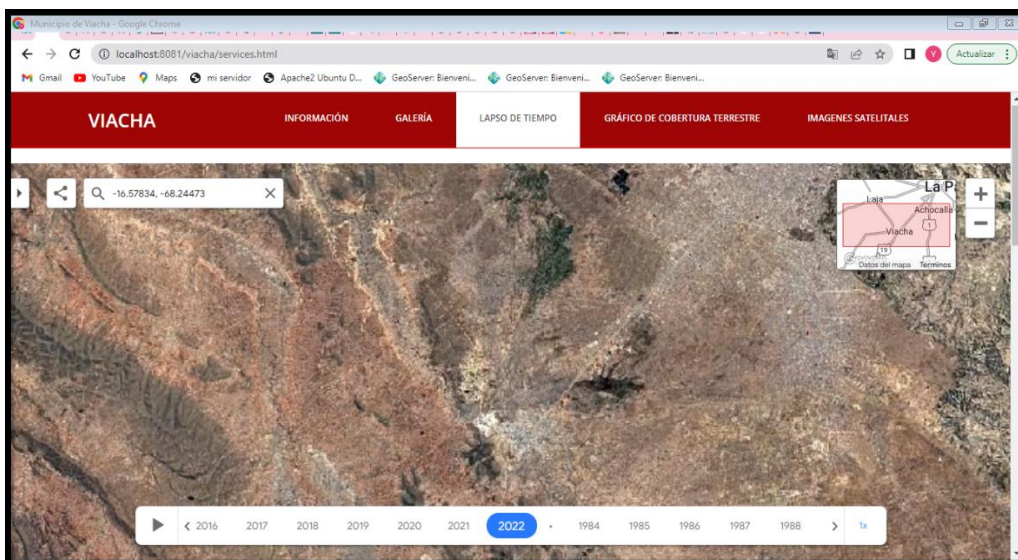


Se presiona en cualquier punto para que nos muestre los datos de dicho lugar

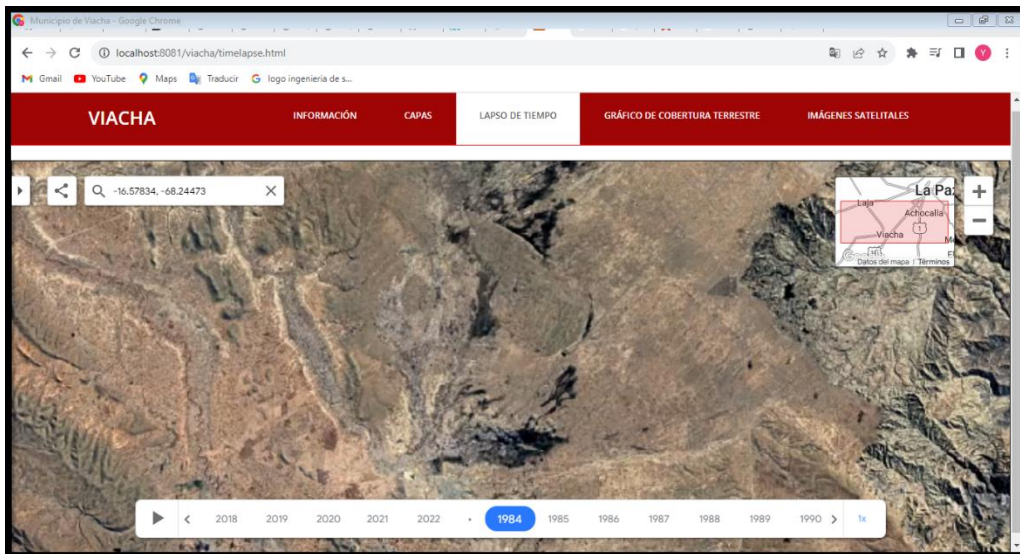
## **MODULO DE LAPSO DE TIEMPO**

En el siguiente modulo se puede observar mediante un video la evolución histórica, los cambios que se tuvo en la cobertura forestal de distintos lugares del planeta.

**Figura 80:** *Modulo de Lapso de tiempo 2022*



**Figura 81:** *Modulo de Lapso de tiempo 1984*

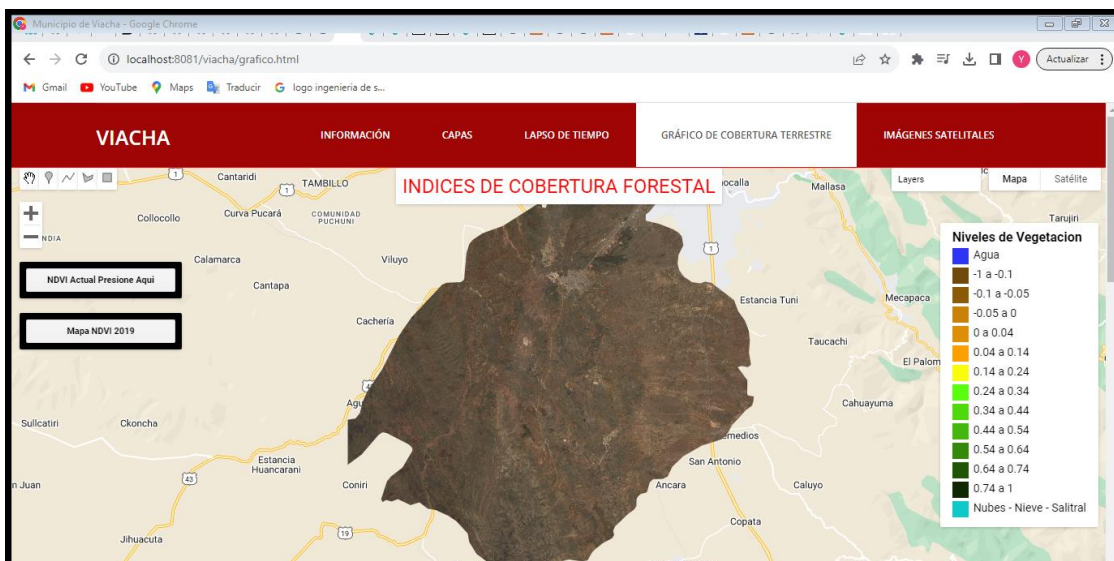


Se presiona en ► para que el video empiece a correr y || para pausar en el año que se desee.

## MODULO DE GRAFICO DE COBERTURA FORESTAL

El módulo de grafico de cobertura forestal nos brinda los datos respecto a los índices de vegetación que se tiene

**Figura 82:** *Modulo de gráfico de cobertura forestal.*




ar.vigarm - (banda: [NDVI], min:0.15, max:0.9, palette: [2E36F3,8FA3B0,8C564B,C98107,70927F,7E30C4,FA8072,59D0D0,4F5A9E,44870E,348A0B,205507,9F2704,5FC8CA])

### COBERTURA

-1 a 0	Superficies de agua, lugares habitados (viviendas), rocas
0 a 0.34	Suelo desnudo, pendientes altas .
0.34 a 0.44	Superficie con pajonales andinos con arbustos
0.54 a 1	Bosque ralo y vegetación dispersa
100% de Vegetacion	Vegetacion densa y vigorosa
100% de Vegetacion	Nubes - Nieve - Salitral

---

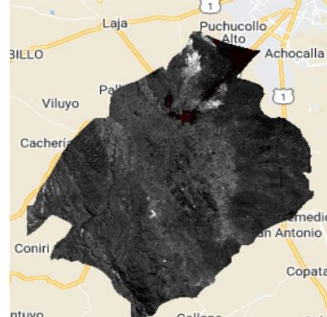


### MUNICIPIO DE VIACHA

Los índices de vegetación o NDVI ayudan a reconocer la presencia de vegetación en un determinado territorio, combinando las bandas espectrales captadas por los satélites que permiten obtener una nueva imagen donde se destacan los parámetros de cobertura forestal, ya sean masas de cultivos, agua, suelos y la condición de la vegetación.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

NIR es la reflectancia del Infrarrojo Cercano (b8 Sentinel, b5 en Landsat 8, b2 MODIS).  
RED es la reflectancia del rojo (b4 Sentinel, b4 en Landsat 8, b1 MODIS).

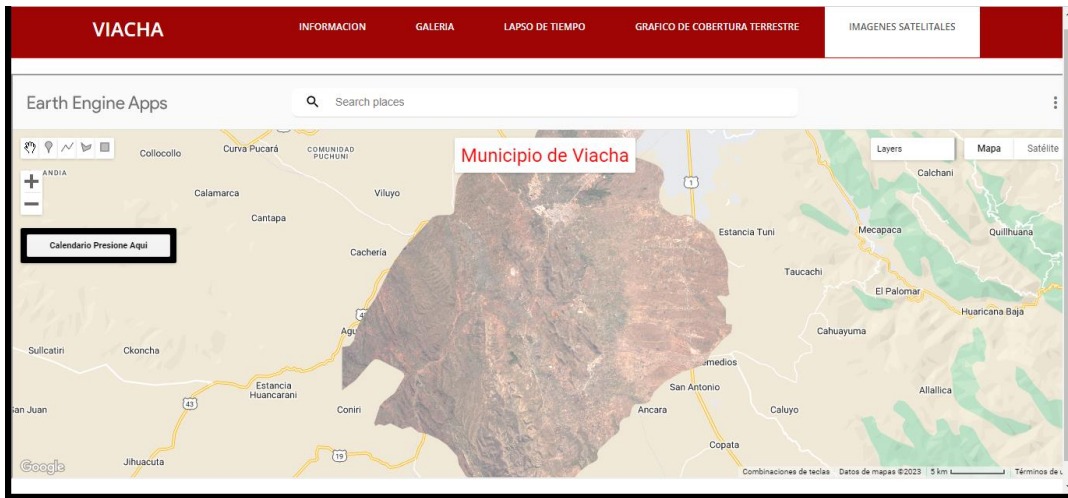


- Se debe presionar en el botón ndvi para que se muestre la ventana para el grafico.
- Automáticamente se carga una nueva capa NDVI.
- Presionamos cualquier punto para obtener el grafico
- Una vez cargado el grafico se presiona en la flecha de la imagen
- Se presiona en que formato se desea descargar (SVG, PNG, CSV)

## MODULO DE IMÁGENES SATELITALES

Mediante este módulo se logra obtener imágenes satelitales desde el 2016 hasta la actualidad en un lapso de 15 días.

**Figura 83:** *Modulo de imágenes satelitales.*



- Presionamos en el botón Calendario y se abrirá un panel.
- Seleccionamos en el panel la fecha de la cual queremos la imagen satelital.
- Presionamos en aplicar, se carga la nueva imagen satelital.
- Presionamos en cerrar.

### 3.8. METRICAS DE CALIDAD ISO 25000

La métrica de calidad ISO\IEC 25000, tiene por objetivo guiar la evaluación de calidad de productos software con el fin de cumplir y/o superar las expectativas del cliente, mejorando la calidad del código, calidad de ejecución y la calidad del uso mediante las siguientes características:

#### 3.8.1. Funcionalidad

Son aquellas funciones y propiedades que satisfacen las necesidades implícitas o explícitas.

**Tabla 20** *Métricas internas.*

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>METRICAS INTERNAS</b>
<i>Consistencia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión con la plataforma</li> <li>• Conexión con los datos</li> <li>• Conexión con los módulos</li> </ul>

<i>Completitud</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos actualizados</li> <li>• Datos comprensibles</li> <li>• Coherencia de gráficos</li> </ul>
<i>Precisión</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos cercanos respecto al análisis de cobertura</li> <li>• Integridad de consultas</li> <li>• Integridad de algoritmos aplicados</li> </ul>
<i>Exactitud</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exactitud de consultas</li> <li>• Exactitud de gráficos</li> <li>• Exactitud de resultados de índices de vegetación</li> <li>• Exactitud de interacción</li> </ul>

**Tabla 21** Métricas de calidad y sus valores

<b>METRICA</b>	<b>PUNTAJE</b>	<b>TOTAL</b>
Conexión con la plataforma	92	
Conexión con los datos	92	92
Conexión con los módulos	92	
Datos actualizados	95	
Datos comprensibles	92	94
Coherencia de gráficos	95	
Datos cercanos respecto al análisis de cobertura	92	
Integridad de consultas	92	92.67
Integridad de algoritmos aplicados	94	
Exactitud de consultas	94	
Exactitud de gráficos	95	
Exactitud de resultados de índices de vegetación	97	94.75
Exactitud de interacción	93	
<b>TOTAL</b>		<b>93.35%</b>



### 3.8.2. Fiabilidad

Permite evaluar la capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo establecidos.

Se tiene la siguiente ecuación para calcular la fiabilidad de cada módulo.

$$R(t) = e^{-\gamma t}$$

Donde:

R (t) = Fiabilidad de un componente o subsistema.

Y = Tasa de constantes de fallo (número de fallas de acceso/ número total de accesos al sistema)

t = Periodo de operación de tiempo.

$e^{-\gamma t}$  = Probabilidad de falla de un componente o subsistema en el tiempo t

$$e = 2,72$$

**Tabla 22** Módulos y sus valores

N	MÓDULO	Y	t	R(t)
1	Módulo de Información	0.01	4	0.96
2	Módulo de Geoservicio	0.02	4	0.92
3	Módulo de TimeLapse	0.03	4	0.89
4	Módulo de índices de vegetación	0.03	4	0.89
5	Módulo de imágenes satelitales	0.03	4	0.89

$$Fiabilidad = \frac{0.96 + 0.92 + 0.89 + 0.89 + 0.89}{5} = 0.91$$

$$Fiabilidad = 0.91 * 100 = 91\%$$

El modelo tiene una fiabilidad del 91% por lo que se establece que un 9% presente algún fallo, el cual puede ser por diferentes factores tales como conexión al servidor y uso incorrecto del usuario, problemas con la conexión de internet.

### 3.8.3. Usabilidad

Mediante atributos permite entender la capacidad de ser aprendido, usado y resultar atractivo para los usuarios

**Tabla 23** *Características de las Métricas Internas.*

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>METRICAS INTERNAS</b>
<b>Interfaz de usuario amigable</b>	I1: Interfaz de datos amigable. I2: Interfaz de gráficos amigable. I3: Visor con interfaz amigable.
<b>Comprensión</b>	C1: Comprensión de datos C2: Comprensión de gráficos.
<b>Operatividad</b>	O1: Correcta operacionalidad del visor O2: Correcta operacionalidad de visualización de datos O3: Correcta operacionalidad de obtención de datos. O4: Correcta operacionalidad de los gráficos.
<b>Atractividad</b>	A1: Atractividad del visor A2: Atractividad de los gráficos A3: Atractividad de la visualización de datos.

**Tabla 24** *Valores obtenidos de la métrica de calidad.*

<b>METRICA</b>	<b>PUNTAJE TOTAL</b>
I1: Interfaz de datos amigable.	90

I2: Interfaz de gráficos amigable.	95	91.67
I3: Visor con interfaz amigable.	90	
C1: Comprensión de datos	87	90
C2: Comprensión de gráficos.	93	
O1: Correcta operacionalidad del visor	96	
O2: Correcta operacionalidad de visualización de datos	92	
O3: Correcta operacionalidad de obtención de datos.	92	93.75
O4: Correcta operacionalidad de los gráficos.	95	
A1: Atractividad del visor	94	
A2: Atractividad de los gráficos	92	92.67
A3: Atractividad de la visualización de datos.	92	
<b>TOTAL</b>		<b>92.27</b>

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla de usabilidad, se concluye que el modelo tiene una usabilidad del 92,27%. Entonces nos indican que el sistema es fácil de manejar y comprensible.

### 3.8.4. Mantenibilidad

La Mantenibilidad son el conjunto de atributos que permiten medir, corregir, aumentar o modificar el software, dicho resultado se obtiene mediante la siguiente formula:

$$IMS = \frac{Mt - (Fa + Fb + Fc)}{Mt}$$

IMS= Índice de Madurez de Software

Mt = Numero de módulos total de la versión actual.

Fa = Numero de módulos de la versión actual que se cambiaron.

Fb = Numero de módulos de la versión actual que se añadieron.

Fc = Numero de módulos de la versión anterior que se eliminaron en la versión actual.

Mt = 5; Fa = 0; Fb = 0; Fc = 0

$$IMS = \frac{5-(0+0+0)}{5} = \frac{5}{5} = 1$$

$$IMS = 1 * 100\% = 100\%$$

Con el resultado obtenido se concluye que el sistema tiene un índice de madurez del 100%.

### 3.8.5. Eficiencia

Para obtener la eficiencia del modelo se necesita ponderar sus características esenciales y la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

$$Eficiencia = \frac{\sum xi}{n} * \frac{100}{n}$$

$\sum xi$  = Sumatoria de los valores.

n= Numero de preguntas.

#### ➤ Rango de evaluación

**Tabla 25** *Valores de evaluación.*

ESCALA	VALOR
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Pésimo	1

**Tabla 26** *Preguntas de evaluación.*

PREGUNTA	PORCENTAJE
¿La información de salida está presentada de manera comprensible fácil de entender?	5
¿Procesa y responde adecuadamente cuando se realiza una búsqueda o consulta?	5

¿Son precisos y actualizados los datos de salida?	5
¿Las respuestas de consultas y/o búsquedas se procesan de manera rápida?	4
¿Se ha diseñado el modelo para facilitar datos y para ser fácilmente utilizada por el usuario?	4
¿Es fácil navegar por los distintos módulos?	5

➤ **Nivel de eficiencia**

$$Eficiencia = \frac{5 + 5 + 5 + 4 + 4 + 5}{6} * \frac{100}{6}$$

$$Eficiencia = \frac{28}{6} * \frac{100}{6} = 4.667 * 16.667 = 77.78\%$$

El nivel de eficiencia del modelo es de 77.78%

### 3.8.6. Portabilidad

Se refiere a la capacidad del software de ser transferido de un entorno a otro tomando en cuenta la facilidad de instalación, ajuste y adaptación al cambio, la cual se calcula mediante la siguiente formula:

$$Portabilidad = 1 - \frac{ET}{ER}$$

Donde:

**ET** = Recursos necesarios para llevar el sistema a otro entorno.

**ER** = Recursos necesarios para crear el sistema en el entorno residente.

Los recursos que se requiere para trasladar el sistema a otro entorno son: Servicio de servidor FTP para alojar archivos shp, geoservicio y el código fuente del modelo, cuenta creada en la plataforma google earth engine, conexión a internet. Considerado los aspectos citados se tiene: ET=3.

Para crear el modelo en el entorno residente se necesita contar con un equipo que tenga sistema operativo de (Windows, Linux o Mac OS) en los cuales se requiere tener instalado servidor xampp, Filezilla, Editor de código, Qgis, archivos shp de los límites

de la zona de estudio, lenguaje de programación, Geoserver y un navegador. Considerado los aspectos citados se tiene: ER=9

Con la información obtenida calculamos la portabilidad del modelo:

$$Portabilidad = 1 - \frac{3}{9} = 1 - 0.333 = 0.667 * 100\% = 66.67\%$$

Con el resultado obtenido nos indica que el modelo es 66.67% portable.

### 3.8.7. Análisis de resultados

**Tabla 27** Resultado de la evaluación de calidad.

N°	CARACTERISTICA	% DE PREFERENCIA
1	Funcionalidad	93.35%
2	Fiabilidad	91%
3	Usabilidad	92.27%
4	Mantenibilidad	100%
5	Eficiencia	77.78%
6	Portabilidad	66.67%

**Evaluación de calidad global 86.845%**

La calidad del sistema corresponde al 86%, lo que se interpreta como la satisfacción que tiene un usuario al interactuar con el sistema.

### 3.9. ESTIMACION DE COSTOS COSMIC

Para lograr obtener las métricas de estimación de costo con el método Cosmic fueron realizadas mediante tres fases comprendidas por las siguientes:

1. **Fase:** Estrategia de medición.
2. **Fase:** Mapeo.
3. **Fase:** Medición.

### 3.7.1. Estrategia de medición

#### Requerimientos funcionales del modelo:

- **Módulo de información.** Es el módulo de presentación del municipio, el usuario podrá observar información relevante respecto al municipio ya sea en datos y gráficos.
- **Módulo de capas Geoserver.** El usuario podrá visualizar el catálogo de capas, descargar capas en formato shp del municipio de Viacha respecto a los distintos puntos estratégicos como ser: entidades financieras, plazas, canchas deportivas, mercados, iglesias, fabricas, unidades educativas)
- **Módulo de TimeLapse.** El usuario puede observar un lapso de tiempo de un determinado lugar introduciendo las coordenadas (latitud y longitud), dicho timelapse empieza en el año 1984 captando imágenes satelitales del transcurso de los años.
- **Módulo de índices de vegetación.** El usuario ingresa al módulo la cual se conecta con la plataforma Google earth engine, presiona el botón Ndvi, marca un punto en el mapa y automáticamente se genera el grafico de índices de vegetación el cual puede ser descargado en diferentes formatos (CSV, SVG y PNG) para su respectivo análisis.
- **Módulo de imágenes satelitales:** el usuario ingresa al módulo y seguidamente se conecta con la plataforma Google Earth Engine, presiona el botón de Calendario, y se abre una ventana para seleccionar la fecha de la cual quiere la imagen satelital, una vez seleccionada presiona en aplicar y se carga la imagen satelital, puede buscar imágenes de las fechas que desee

### 3.7.2. Mapeo y medición

#### ➤ Módulo de información:

1. **Entrada:** Ingresa al modulo
2. **Salida:** Mostrar en pantalla el módulo de información
3. **Lectura:** Visualiza datos importantes.
4. **Salida:** Muestra información del Municipio.
5. **Lectura:** Visualiza información respecto a su flora y fauna.

6. **Salida:** Carga en pantalla imágenes y descripción de flora y fauna.
7. **Lectura:** visualiza imágenes del municipio.
8. **Salida:** Mostrar imágenes en pantalla de industrias, plazas, hospitales, etc.
9. **Salida:** Mostrar en 'pantalla enlaces para las paginas oficiales del Municipio de Viacha.

### **Puntos de Función COSMIC: 9 CFP**

#### ➤ **Descarga de límites**

1. **Entrada:** Ingresamos a GeoBolivia
2. **Salida:** Carga en pantalla el portal de GeoBolivia
3. **Entrada:** Ingresamos a Catalogo
4. **Salida:** Se carga en pantalla el módulo de catalogo
5. **Proceso:** Presionamos en catalogo avanzado
6. **Salida:** Se carga el modulo en pantalla
7. **Proceso:** Presionamos en Buscar
8. **Entrada:** Escribimos lo que queremos buscar (Municipios de Bolivia 2018).
9. **Salida:** Se carga las plantillas encontradas
10. **Proceso:** Presionamos en la plantilla buscada.
11. **Salida:** Se carga la información de la plantilla
12. **Proceso:** Presionamos en otros recursos para descargar
13. **Salida:** Se empieza a descargar el archivo.

### **Puntos de Función COSMIC: 13CFP**

#### ➤ **Proceso en qgis**

1. **Entrada:** Abrimos la aplicación de QGIS
2. **Salida:** Se carga la aplicación QGIS
3. **Entrada:** Buscamos el archivo descargado en formato shp
4. **Proceso:** Presionamos en el archivo
5. **Salida:** Se carga el archivo
6. **Entrada:** Seleccionamos la capa
7. **Proceso:** Presionamos para abrir la tabla de atributos.
8. **Proceso:** Buscamos mediante los atributos el municipio de Viacha



9. **Proceso:** Seleccionamos el municipio
10. **Salida:** Se marca el municipio seleccionado de otro color
11. **Proceso:** Presionamos sobre la capa principal.
12. **Proceso:** Presionamos en exportar.
13. **Proceso:** Presionamos en guardar objeto seleccionado
14. **Salida:** Se carga la nueva capa creada

#### **Puntos de Función COSMIC: 14 CFP**

##### ➤ **Subir archivos a la plataforma**

1. **Entrada:** Creamos una cuenta en la plataforma
2. **Entrada:** Ingresamos correo
3. **Entrada:** Ingresamos datos personales
4. **Salida:** Mensaje de confirmación de cuenta creada
5. **Entrada:** Ingresamos a la plataforma
6. **Entrada:** Se ingresa a Code Editor
7. **Salida:** Se carga la pantalla de la plataforma
8. **Entrada:** Presionamos en Asset.
9. **Entrada:** Presionamos en NEW
10. **Entrada:** Seleccionamos el tipo de archivo a subir (shp)
11. **Proceso:** Presionamos en Select
12. **Proceso:** Buscamos el archivo
13. **Entrada:** Asignamos nombre al archivo
14. **Proceso:** Presionamos en Upload
15. **Proceso:** El archivo comienza a ser subido a la plataforma para su respectivo desarrollo
16. **Salida:** Se adiciona el archivo a la plataforma

#### **Puntos de Función COSMIC: 16 CFP**

##### ➤ **Módulo de Capas**

1. **Entrada:** Selecciona el modulo
2. **Salida:** Se conecta con el GeoServer
3. **Salida:** Carga la pre visualización de capas.

4. **Proceso:** Busca la capa de su preferencia.
5. **Proceso:** Selecciona la capa
6. **Proceso:** Presiona OpenLayers
7. **Salida:** Carga la capa seleccionada con sus datos
8. **Proceso.** Presiona Visualizador
9. **Salida:** Carga las capas que se tienen en el GeoServer.
10. **Proceso:** Selecciona las capas que desea cargar al mapa
11. **Salida:** Las capas se cargan al mapa.
12. **Proceso:** Presiona en guardar.
13. **Salida:** Se descarga la capa.

#### **Puntos de Función COSMIC: 13 CFP**

##### ➤ **Modificar capas para subir al GeoServer**

1. **Proceso:** buscamos las coordenadas geográficas de lugares importantes del Municipio de Viacha
2. **Proceso:** anotamos las coordenadas ya sea latitud y longitud de cada punto
3. **Entrada:** lo añadimos a un bloc de notas
4. **Proceso:** Ingresamos a la plataforma de QGIS
5. **Proceso:** seleccionamos en capa
6. **Proceso:** presionamos en añadir capa
7. **Proceso:** Seleccionamos en añadir capa de texto delimitado.
8. **Proceso:** Buscamos el bloc de notas
9. **Proceso:** añadimos nombre a la nueva capa
10. **Proceso:** Seleccionamos las geometrías
11. **Proceso:** presionamos en añadir
12. **Salida:** Se carga la nueva capa de texto delimitado
13. **Proceso:** presionamos en exportar
14. **Proceso:** presionamos en Guardar como
15. **Salida:** Se carga la nueva capa
16. **Proceso:** Presionamos en propiedades
17. **Proceso:** seleccionamos los estilos que tendrá nuestra capa

18. **Proceso:** Presionamos en Estilo
19. **Proceso:** Presionamos en Guardar estilo
20. **Proceso:** Seleccionamos en estilo SLD
21. **Entrada:** Añadimos nombre al estilo
22. **Proceso:** Presionamos en Aceptar
23. **Salida:** Se carga el nuevo estilo en la plataforma

**Puntos de Función COSMIC: 23 CFP**

➤ **Subir capas al GeoServer**

1. **Proceso:** Alquilamos un Servidor FTP
2. **Proceso:** Descargamos FileZilla
3. **Proceso:** Transferimos los archivos al servidor
4. **Proceso:** Instalamos GeoServer
5. **Proceso:** Creamos el espacio de trabajo
6. **Proceso:** Seleccionamos en Capas
7. **Proceso:** Añadimos la capa en el espacio de trabajo.
8. **Proceso:** Presionamos en estilos
9. **Proceso:** subimos el archivo con el estilo correspondiente
10. **Proceso** guardamos el estilo.
11. **Proceso:** presionamos en publicación
12. **Proceso:** añadimos datos de la capa
13. **Proceso:** Presionamos en guardar
14. **Salida:** la capa se adiciona en la pre visualización de capas lista para ser usada

**Puntos de Función COSMIC: 14 CFP.**

➤ **Módulo de Time Lapse**

1. **Entrada:** Selecciona el modulo Time Lapse
2. **Proceso:** la página se conecta con la plataforma Google Earth Engine.
3. **Salida:** se empieza a cargar el Lapso de Tiempo.
4. **Proceso:** Busca en el mapa el lugar de donde quiere realizar el Time Lapse.
5. **Proceso:** Ingresa las coordenadas para buscar el lugar.
6. **Salida:** Carga el mapa de dicha ubicación.

7. **Proceso:** Presiona en ► para dar comienzo al Time Lapse.
8. **Salida:** Se empieza recorrer los años cargando las imágenes.
9. **Proceso:** Presiona en || para hacer una pausa en el año que se requiere.
10. **Salida:** Muestra la imagen del año y lugar en específico.

#### **Puntos de Función COSMIC: 10 CFP**

##### ➤ **Módulo de Cobertura Forestal**

1. **Entrada:** Ingresa al módulo de Cobertura Forestal
2. **Salida:** La página se conecta a la plataforma Google Earth Engine.
3. **Salida:** Empieza a cargar el mapa del municipio de Viacha.
4. **Proceso:** presiona el botón NDVI
5. **Salida:** Se carga el mapa NDVI
6. **Salida** se muestra el panel para el grafico de cobertura forestal
7. **Proceso:** se marca en el mapa el lugar del cual se requiere conocerlos datos
8. **Salida:** se carga el grafico de cobertura forestal, su latitud y longitud.
9. **Proceso:** se presiona en
10. **Salida:** se carga la imagen en otra página.
11. **Proceso:** Presiona en Download (CSV, SVG y PNG).
12. **Salida:** Se descarga el archivo.
13. **Proceso:** Presiona en abrir.
14. **Salida:** Abre el archivo en pantalla.

#### **Puntos de Función COSMIC: 14 CFP**

##### ➤ **Módulo de imágenes Satelitales**

1. **Entrada:** Ingresa al módulo de Imágenes Satelitales
2. **Salida:** La página se conecta con la plataforma Google Earth Engine.
3. **Salida:** Empieza a cargar el mapa de Municipio.
4. **Proceso:** Presiona en el botón CALENDARIO
5. **Salida:** Se carga el panel de calendario.
6. **Proceso:** Busca la fecha que desea.
7. **Proceso:** Presiona en Aplicar.
8. **Salida:** Se carga el mapa de la fecha aplicada
9. **Proceso:** Se presiona en Cerrar.

10. **Salida:** Se cierra el panel.

### **Puntos de Función COSMIC: 10 CFP**

De esta forma, hemos determinado que nuestro trabajo de investigación tiene una medición de:

### **136 puntos de función COSMIC**

Se va a suponer que para el desarrollo del software se tendrá un sueldo promedio de 3000 Bs, para lo cual se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Costo por punto de funcion} = \frac{\text{Costo mes del equipo de trabajo}}{\text{puntos de funcion mes}}$$

$$\text{Costo por punto de funcion} = \frac{3000 \text{ Bs}}{30 \text{ puntos de funcion}} = 100 \text{ BS/PF}$$

#### **3.7.2.1. Estimación de costos del modelo**

Para poder determinar el costo de un proyecto de software usaremos la siguiente formula:

$$\text{Costo del modelo} = \text{tamaño del modelo} * \text{costo por punto de funcion}$$

$$\text{Costo del modelo} = 136 \text{ CFP} * 100 \text{ Bs}$$

$$\text{Costo del modelo} = 13600 \text{ Bs}$$

#### **3.7.2.2. Tiempo que durara el desarrollo del proyecto**

Los puntos de función COSMIC los podemos utilizar también para determinar cuánto tiempo durara el desarrollo del modelo

$$\text{Duracion del modelo} = \frac{136 \text{ CFP}}{30 \text{ FP mes}}$$

$$\text{Duracion del modelo} = 4.5 \text{ meses}$$

### **3.7.2.3. Conclusión**

De esta forma se determina que el modelo tendrá:

Duración de 4.5 meses en desarrollo y tendrá un costo de 13600 Bs

# **CAPÍTULO IV**

## **PRUEBAS Y**

### **RESULTADOS**

#### 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

Hernández (2014), cita que “Una hipótesis se retiene como un valor aceptable del parámetro, si es consistente con los datos. Si no lo es, se rechaza (pero los datos no se descartan)”.

En este punto se realiza la prueba de hipótesis planteada en el capítulo uno, demostrando si la hipótesis tiene una confianza del 95%, empleando el método de distribución Z en las siguientes coordenadas Lon: -68.28, lat: -16.54 desde el 28 de marzo de 2016 al 20 de julio de 2023 con los datos obtenidos aplicando la fórmula de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) que mide el verdor y la densidad de la vegetación captada en una imagen de satélite, el índice está definido por valores que van de -1.0 a 1.0, donde los valores negativos están formados principalmente por nubes, agua y nieve, y los valores negativos cercanos a cero están formados principalmente por rocas y suelo descubierto. Los valores muy pequeños (0,1 o menos) de la función NDVI corresponden a áreas sin rocas, arena o nieve. Los valores moderados (de 0,2 a 0,3) representan arbustos y praderas, mientras que los valores grandes (de 0,6 a 0,8) indican bosques templados y tropicales.

##### 4.1. Numero de muestras

El número de muestras es igual a 258 que fueron obtenidas de la coordenada **LON: -68.28, LAT: -16.54** en el intervalo de las fechas 28/03/2016 y 20/07/2023 son:

**Tabla 28** *Datos obtenidos para la muestra.*

<b>DATOS: LON: -68.28, LAT: -16.54</b>					
<b>FECHAS</b>	<b>DATOS</b>	<b>FECHAS</b>	<b>DATOS</b>	<b>FECHAS</b>	<b>DATOS</b>
<b>Mar 28, 2016</b>	<b>0.327</b>	<b>Jun 30, 2021</b>	<b>0.262</b>	<b>Jul 25, 2022</b>	<b>0.105</b>
<b>May 4, 2016</b>	<b>0.263</b>	<b>Jul 2, 2021</b>	<b>0.25</b>	<b>Jul 27, 2022</b>	<b>0.114</b>
<b>May 7, 2016,</b>	<b>0.262</b>	<b>Jul 5, 2021</b>	<b>0.238</b>	<b>Jul 30, 2022,</b>	<b>0.11</b>
<b>May 27, 2016</b>	<b>0.223</b>	<b>Jul 7, 2021</b>	<b>0.233</b>	<b>Aug 1, 2022,</b>	<b>0.11</b>
<b>Jun 13, 2016</b>	<b>0.192</b>	<b>Jul 10, 2021</b>	<b>0.253</b>	<b>Aug 4, 2022,</b>	<b>0.101</b>
<b>Jun 16, 2016</b>	<b>0.196</b>	<b>Jul 12, 2021</b>	<b>0.24</b>	<b>Aug 6, 2022,</b>	<b>0.106</b>



---

Aug 25, 2016	0.157	Jul 15, 2021	0.228	Aug 9, 2022,	0.109
Feb 1, 2017	0.272	Jul 17, 2021	0.232	Aug 11, 2022	0.107
Mar 20, 2017	0.358	Jul 20, 2021	0.243	Aug 14, 2022	0.105
May 9, 2017	0.299	Jul 22, 2021	0.224	Aug 16, 2022	0.105
Sep 21, 2017	0.21	Jul 27, 2021	0.221	Aug 19, 2022	0.106
Sep 24,2017	0.23	Jul 30, 2021	0.2	Aug 21, 2022	0.103
Oct 19, 2017	0.26	Aug 6, 2021	0.198	Aug 24, 2022	0.102
Mar 23, 2018	0.459	Aug 9, 2021	0.186	Aug 29, 2022	0.095
Apr 9, 2018	0.375	Aug 11, 2021	0.189	Aug 31, 2022	0.086
Apr 17, 2018	0.36	Aug 14, 2021	0.183	Sep 8, 2022,	0.104
Apr 19, 2018	0.321	Aug 16, 2021	0.171	Sep 13, 2022	0.108
Apr 22, 2018,	0.325	Aug 19, 2021	0.168	Sep 15, 2022	0.113
May 2, 2018,	0.298	Aug 21, 2021	0.177	Sep 18, 2022	0.11
May 7, 2018,	0.313	Aug 24, 2021	0.158	Sep 20, 2022	0.113
May 12, 2018	0.277	Aug 26, 2021	0.169	Sep 23, 2022	0.108
Jun 18, 2018,	0.144	Aug 29, 2021	0.084	Sep 25, 2022	0.122
Jun 23, 2018,	0.15	Aug 31, 2021	0.173	Sep 28, 2022	0.107
Jun 26, 2018,	0.136	Sep 3, 2021,	0.165	Sep 30, 2022	0.111
Jun 28, 2018	0.134	Sep 8, 2021,	0.129	Oct 5, 2022	0.118
Jul 23, 2018,	0.151	Sep 10, 2021	0.177	Oct 8, 2022	0.115
Jul 28, 2018	0.145	Sep 18, 2021	0.168	Oct 10, 2022	0.115
Aug 12, 2018	0.148	Sep 20, 2021	0.163	Oct 13, 2022	0.115
Sep 9, 2018	0.139	Sep 28, 2021	0.171	Oct 23, 2022	0.118
Sep 21, 2018	0.134	Sep 30, 2021	0.166	Oct 25, 2022	0.109
Oct 16, 2018	0.165	Oct 3, 2021	0.173	Oct 28, 2022	0.111
Nov 3, 2018	0.163	Oct 13, 2021	0.165	Oct 30, 2022	0.106
Mar 8, 2019	0.377	Oct 15, 2021,	0.17	Nov 2, 2022	0.096
Mar 23, 2019	0.473	Oct 18, 2021,	0.171	Nov 4, 2022,	0.102
Apr 7, 2019	0.671	Oct 20, 2021,	0.154	Nov 7, 2022,	0.084
Apr 9, 2019	0.679	Oct 23, 2021,	0.173	Nov 9, 2022,	0.09
May 4, 2019	0.606	Oct 25, 2021,	0.169	Nov 12, 2022	0.08

---

---

Jun 18, 2019	0.254	Oct 30, 2021,	0.177	Nov 14, 2022	0.094
Jun 28, 2019	0.179	Nov 7, 2021,	0.131	Nov 17, 2022	0.083
Jul 1, 2019	0.187	Nov 22, 2021	0.167	Dec 2, 2022	0.085
Jul 16, 2019	0.166	Dec 12, 2021	0.158	Dec 24, 2022	0.099
Sep 16, 2019	0.169	Jan 1, 2022	0.177	Dec 27, 2022	0.09
Nov 18, 2019	0.18	Jan 3, 2022,	0.158	Jan 11, 2023	0.109
Jan 9, 2020	0.216	Feb 5, 2022	0.136	Jan 16, 2023	0.096
Apr 1, 2020	0.605	Feb 20, 2022	0.116	Jan 23, 2023	0.033
Apr 6, 2020,	0.566	Mar 2, 2022	0.116	Feb 17, 2023	0.127
Apr 16, 2020,	0.433	Mar 29, 2022	0.13	Feb 25, 2023,	0.153
Apr 23, 2020,	0.343	Apr 6, 2022	0.122	Mar 2, 2023,	0.165
Apr 28, 2020,	0.29	Apr 11, 2022	0.138	Mar 4, 2023,	0.211
May 1, 2020,	0.286	Apr 13, 2022	0.143	Apr 6, 2023,	0.243
May 18 2020	0.179	Apr 16, 2022	0.138	Apr 18, 2023,	0.213
May 21 2020	0.201	Apr 18, 2022	0.143	Apr 21, 2023,	0.202
Jun 7, 2020	0.156	Apr 21, 2022,	0.138	Apr 23, 2023,	0.206
Jun 15, 2020	0.156	Apr 23, 2022	0.135	Apr 26, 2023,	0.196
Jun 17, 2020	0.138	Apr 26, 2022	,0.133	Apr 28, 2023,	0.189
Aug 24, 2020	0.147	May 1, 2022	0.128	May 1, 2023,	0.17
Aug 26, 2020	0.141	May 3, 2022	0.135	May 3, 2023,	0.178
Sep 5, 2020,	0.141	May 6, 2022	0.141	May 11, 2023	0.149
Oct 8, 2020,	0.151	May 11, 2022	0.139	May 13, 2023	0.181
Nov 22, 2020	0.136	May 13, 2022	0.14	May 16, 2023	0.172
Dec 12, 2020	0.177	May 16, 2022	0.133	May 18, 2023	0.163
Feb 25, 2021	0.25	May 18, 2022	0.142	May 21, 2023	0.154
Apr 16, 2021	0.622	May 21, 2022	0.143	May 23, 2023	0.147
Apr 18, 2021	0.645	May 23, 2022	0.145	May 26, 2023	0.14
Apr 21, 2021	0.638	May 26, 2022	0.089	May 28, 2023	0.121
Apr 26, 2021,	0.613	May 28, 2022	0.135	May 31, 2023	0.132
Apr 28, 2021	0.542	May 31, 2022	0.124	Jun 2, 2023	0.136
May 1, 2021	0.435	Jun 2, 2022,	0.123	Jun 5, 2023	0.129

---

May 3, 2021	0.532	Jun 7, 2022,	0.14	Jun 7, 2023	0.14
May 6, 2021	0.321	Jun 10, 2022,	0.073	Jun 10, 2023	0.127
May 8, 2021	0.481	Jun 12, 2022,	0.138	Jun 12, 2023	0.133
May 11, 2021	0.457	Jun 15, 2022,	0.133	Jun 15, 2023	0.122
May 16, 2021	0.416	Jun 17, 2022,	0.135	Jun 17, 2023	0.132
May 18, 2021	0.391	Jun 20, 2022,	0.12	Jun 20, 2023	0.124
May 21, 2021	0.252	Jun 22, 2022	0.133	Jun 22, 2023	0.127
May 28, 2021	0.326	Jun 25, 2022,	0.124	Jun 25, 2023	0.118
Jun 2, 2021	0.314	Jun 27, 2022,	0.122	Jun 27, 2023	0.114
Jun 5, 2021	0.296	Jun 30, 2022,	0.12	Jun 30, 2023	0.105
Jun 7, 2021	0.28	Jul 2, 2022,	0.093	Jul 2, 2023	0.117
Jun 10, 2021	0.214	Jul 5, 2022,	0.119	Jul 5, 2023	0.113
Jun 12, 2021	0.274	Jul 7, 2022,	0.119	Jul 7, 2023	0.112
Jun 15, 2021	0.258	Jul 10, 2022,	0.104	Jul 10, 2023	0.133
Jun 17, 2021	0.245	Jul 12, 2022,	0.115	Jul 12, 2023	0.136
Jun 20, 2021	0.264	Jul 17, 2022,	0.112	Jul 15, 2023	0.124
Jun 22, 2021	0.249	Jul 20, 2022,	0.098	Jul 17, 2023	0.124
Jun 25, 2021	0.247	Jul 22, 2022,	0.111	Jul 20, 2023	0.130

➤ **Media Aritmética**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$X = \frac{49.643}{258} = 0,192414729$$

➤ **Desviación Estándar**

$$S_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S_X = \sqrt{\frac{3,649370624}{258 - 1}} \quad S_X = 0,119163273$$

## 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se procede a realizar la respectiva prueba de hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación.

### 4.2.1. Proposición de hipótesis

Planteamos dos hipótesis siendo la alternativa la que se quiere demostrar y rechazar la hipótesis nula.

**H0** El Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine no recopila datos, no genera histogramas, ni capta imágenes satelitales no brinda información respecto a los índices de vegetación, no favorece el monitoreo de una ciudad completa, aplicando lo

s conocimientos adquiridos en ingeniería de sistemas no se estima el crecimiento forestal del Municipio de Viacha.

**H1** El Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine recopila datos, genera histogramas y capta imágenes satelitales que brinda información respecto a los índices de vegetación, favoreciendo el monitoreo de una ciudad completa, aplicando los conocimientos adquiridos en ingeniería de sistemas estimando el crecimiento forestal del Municipio de Viacha, la presente investigación tendrá una eficacia del 95%.

**H0 ≠ 95%**

**H1 = 95%**

#### ➤ Valor de significancia

Según Hernández (2014), la significancia de un trabajo de tesis de investigación es del 5% en términos de probabilidad 0.05

$\alpha = 0.05$

$$Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1 - \frac{0.05}{2}$$

$$Z = 0.975$$

**Figura 84:** *Tabla de valores Z.*

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

**Nota:** Tomado de jrvargas, (2010).

**Z = 0.975 → Z = 1.96**

El intervalo de probabilidad comprendido entre -z y z, para 1.96 el intervalo es del 95%

(0.95)

Zona critica izquierda **-1.96**

Zona critica derecho **1,96**

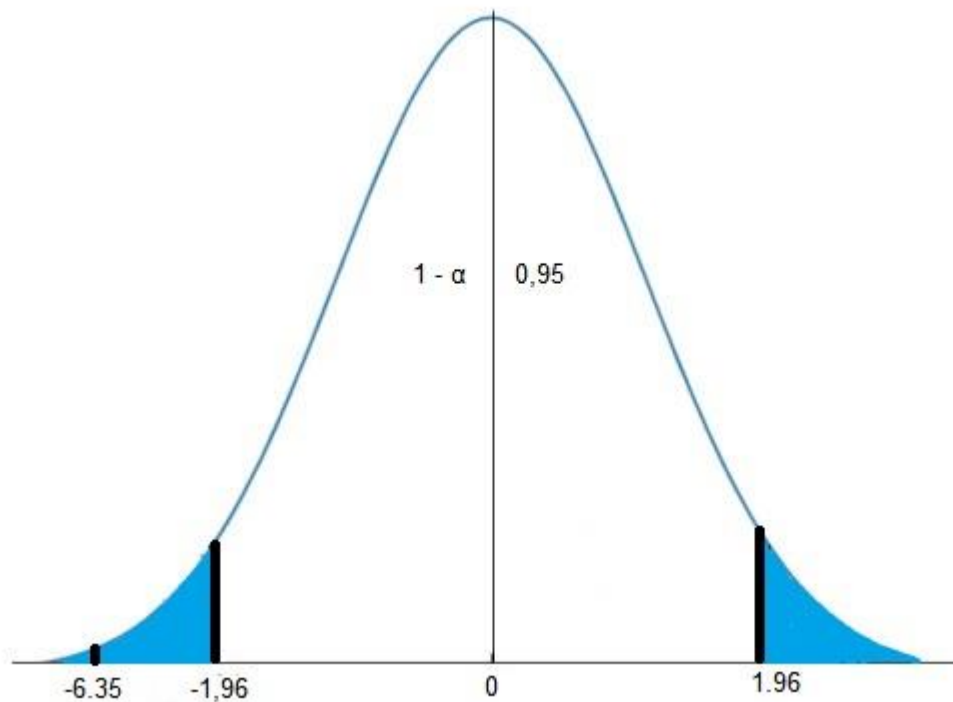
➤ **Estadístico de prueba**

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$Z = \frac{0,192414729 - 0,95}{0,119163273}$$

$$Z = -6,357539958$$

**Figura 85:** *Figura de intervalo de aceptación y rechazo*



**4.3. Análisis de resultados**

Se obtiene como resultado el cálculo del nivel de confianza de  $Z = -6,35$  por lo que cae en la zona de región crítica, por lo que se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$ , y se acepta la Hipótesis Alternativa  $H_1$ , con un intervalo de confianza de 95 %.

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El presente capítulo describe las conclusiones alcanzadas luego de realizar el trabajo de investigación en función a los objetivos propuestos y el planteamiento de la hipótesis, con el desarrollo del trabajo de investigación se da recomendaciones al lector, sobre futuros temas, como una continuación al presente trabajo de investigación.

El modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine está desarrollado en una plataforma en la nube, lo cual dan resultados casi exactos, debido a diversos factores que presentan los sistemas de teledetección.

### **5.1. ESTADO DE LOS OBJETIVOS**

Diseñar un Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, Bolivia que brinde datos e información referente al progreso del medio ambiente.

En el capítulo 3 se presenta el desarrollo del modelo de análisis forestal este proceso es realizado mediante algoritmos de Google Earth Engine para analizar los índices de cobertura forestal logrando obtener datos e imágenes satelitales del Municipio de Viacha.

#### **5.1.1. Estados de los objetivos específicos**

- “Obtener datos y diagnosticar la situación actual del Gobierno Autónomo Municipal de Viacha respecto a su entorno ambiental”, esto se lo realizo en la primera etapa donde se recopilo datos sobre el Municipio de Viacha, respecto su vegetación, fauna y población.
- “Búsqueda y análisis de imágenes de satélite desde el banco de datos de Google Earth Engine”, seguidamente después crear la cuenta en la plataforma de Google Earth Engine se procedió visualizar las colecciones de imágenes satelitales de la cual se eligió la adecuada para nuestro tema de estudio.



- “Implementar algoritmos de Google Earth Engine para la realización del modelo aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha”, mediante los algoritmos que es lo más fundamental para realizar el modelo se logró obtener la información que se necesita para el análisis de datos.
- “Desarrollar aplicaciones utilizando la plataforma Google Earth Engine a fin de conocer la información de los cambios forestales” los cuales se realizó en el Editor de Código de la plataforma, con la primera aplicación se obtuvo imágenes satelitales desde el año 2016 hasta la actualidad, la segunda aplicación nos brinda los gráficos de cobertura forestal en fechas continuas, la tercera aplicación nos muestra un video global que permite ver como cambio el Municipio de Viacha desde 1984, con las cuales se brinda datos e información de la cobertura forestal. .
- “Analizar la información de la cobertura terrestre para ver y evaluar las variaciones cronológicas” los cuales se realizó una vez obtenida los datos de cobertura forestal.
- “Desarrollar reportes de índices de vegetación hasta la actualidad y el pronóstico del mismo” mediante el grafico de cobertura se puede obtener los datos en diferentes formatos CSV, SVG, PNG para ser descargados y analizados

## **5.2. ESTADO DE LA HIPÓTESIS**

La hipótesis planteada es la siguiente: “El Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine recopila datos, genera histogramas y capta imágenes satelitales que brinda información respecto a los índices de vegetación, favoreciendo el monitoreo de una ciudad completa, aplicando los conocimientos adquiridos en ingeniería de sistemas estimando el crecimiento forestal del Municipio de Viacha, la presente investigación tendrá una eficacia del 95%”.

Aplicando los algoritmos propios de Google Earth Engine como de aquellos planteados por el autor, las herramientas utilizadas para la realización del modelo y de acuerdo a la metodología aplicada ISO 25000 en la cual se logró obtener el 86.845% de eficacia al momento de aplicar el modelo. Se tiene la evidencia de que el modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, asegura la calidad de sus resultados.

### **5.3. CONCLUSIONES**

Después de realizar el modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Con el modelo se logra obtener los índices de cobertura forestal en un formato CSV, de distintos puntos del Municipio de Viacha, los cuales se actualizan constantemente y almacenan los datos desde que el satélite empezó a captar imágenes satelitales del lugar.
- Se logra obtener imágenes satelitales del Municipio de Viacha en distintas fechas, en las cuales se puede observar los cambios forestales que se tuvo.
- Con el modelo se puede observar los gráficos de cobertura forestal que pueden ser descargados para su respectivo análisis.
- Este modelo abre la posibilidad de visualizar el lapso de tiempo en un video global donde se puede observar los cambios que se tuvo año tras año de distintos lugares.

### **5.4. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a la información que se pudo recabar y generar durante la investigación, se detalla las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda buscar información respecto a la plataforma con trabajos realizados en el exterior, ya que es difícil obtener información de trabajos locales debido a que no se llevaron investigaciones en base a este tema.
- Para generar imágenes satelitales de buena resolución el área de estudio debe ser mayor.
- Para obtener los datos de cobertura forestal es necesario que se genere primeramente los gráficos.
- Ampliar la información para generar más modelos que permitan explorar con mayor profundidad los índices de vegetación ya que en la plataforma Google Earth engine existen diferentes índices para trabajar.
- Se recomienda poner en práctica los algoritmos en el editor de código de Google Earth Engine, para tener más conocimiento de esta plataforma tan eficiente.

- Se continúe con la investigación presente para tener más datos respecto a la Cobertura forestal ya que el planeta está en un cambio constante.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## **BIBLIOGRAFIA**

Aeroterra. (s.f.). Sistemas de información geográfica. <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>

Albuquerque, F. y Pérez, S., (s.f.). El desarrollo territorial: enfoque, contenido y políticas. <http://www.conectadel.org/wp-content/uploads/downloads/2013/09/EL-ENFOQUE-SOBRE-EL-DESARROLLO-TERRITORIAL-doc-Mesa-de-Programas.pdf>

Alvarez, M., (2003). Que es Python. desarrolloweb.com. <https://desarrolloweb.com/articulos/1325.php>

Arenas, D., Hernández, H., y Franco, C., (2019). Preprocesamiento y procesamiento de imágenes Sentinel 2 con Google Earth Engine. Instituto Geografico Agustin Codazzi.

Atahuichi. G., (2014). “Sistema Web De Control De Pedidos Y Ventas Caso: Empresa Itseven Soluciones Informáticas Integrales”. (Proyecto de Grado). Universidad Mayor De San Andrés Facultad De Ciencias Puras Y Naturales Carrera De Informática.

AXESS Networks. (s.f.) Las imágenes satelitales y sus aplicaciones en la vida cotidiana. <https://axessnet.com/las-imagenes-satelitales-y-sus-aplicaciones-en-la-vida-cotidiana/>

Baena, G., Mendoza, R., y Coronado, E. (2019): “Importancia de la norma ISO/EIC 27000 en la implementación de un sistema de gestión de la seguridad de la información”, Revista contribuciones a la Economía. <https://www.hacienda.go.cr/Sidovih/uploads//Archivos/Articulo/La%20importancia%20de%20la%20norma-ISO-eic.pdf>

Bonnesoeur V., Locatelli B., Ochoa-Tocachi B.F., 2019. Impactos de la Forestación en el Agua y los Suelos de los Andes: ¿Qué sabemos? Resumen de políticas, Proyecto “Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica” (INSH), Forest Trends, Lima, Perú.

Camelier, J. (2013). Refactorings para mejorar Procesos de Negocio en Aplicaciones Web (Tesis presentada para obtener el grado de Magister en Ingeniería de Software). Facultad de Informática Universidad Nacional de La Plata.

Carpentier, J. F. (2016). La seguridad informática en la PYME: Situación actual y mejores prácticas. Ediciones ENI.

Cedeño, L., 2015. Analisis De Gestion De Seguridad Informática En Servidores Dedicados Y Vps De La Empresa Reinec C. Ltda En Guayaquil. [Trabajo De Titulación Previo A La Obtención Del Título De Ingeniera En Teleinformática, Universidad De Guayaquil Facultad De Ingeniería Industrial]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.

Centro Virtual de Conocimiento para Poner Fin a la Violencia contra las Mujeres y Niñas, ONU MUJERES. (10 de octubre de 2010). ¿Cuál es el monitoreo y evaluación? <https://www.endvawnow.org/es/articles/330-cul-es-el-monitoreo-y-la-evaluacin.html>

Chiavenato, I. (2006). Introducción a la Teoría General de la Administración, Séptima Edición, de, McGraw-Hill Interamericana, (pp. 110).

Choque, J. L. (2020), Sistema De Información Aplicada Al Monitoreo De Índices De Consumo De Gas Natural. (Proyecto de Grado). Universidad Pública de El Alto, La Paz, Bolivia.

Choquehuanca, D. (2020), Sistema De Metadatos Para La Infraestructura De Datos Espaciales, (Proyecto De Grado) Universidad Pública De El Alto, La Paz, Bolivia.

Cinquegrani, S. (2020). Pruebas De Estrés: ¿Qué Son Y Para Qué Las Necesito? Recuperado de <https://objectwave.com/es/pruebas-de-estres-que-son-y-para-que-las-necesito/>.

Coelho, F. (2021). Significado de Investigación. Significados. <https://www.significados.com/investigacion/>

Czinkota, M. Kotabe, M, (2001). Administración de Mercadotecnia. Segunda Edición. International Thomson Editores, 2001, (pp. 115).

Definicionyque.es. (14 de diciembre de 2018). Imagen Satelital. Definicionyque.es.  
<https://definicionyque.es/imagen-satelital/>

Definicionyque.es. (17 de febrero de 2016). Monitoreo.  
<https://definicionyque.es/monitoreo/>

Denzer, P., (23 de octubre de 2002). PostgreSQL.  
<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo330/2s02/projects/denzer/informe.pdf>

Deyimar, A. (2023), ¿Qué es un VPS? Todo lo que necesitas saber sobre servidores virtuales. Hostinger Tutoriales. Recuperado el 23 de marzo de 2023.  
<https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-un-vps>

Duran, M., Edwin, (2003). Agroecología y niveles de desarrollo rural en el departamento de La Paz periodo 1985-2002. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

En 20 minutos. (s.f.). ¿Qué es el método Científico? Recuperado de  
<https://www.20minutos.es/noticia/4368518/0/que-es-metodo-cientifico-etapas/>

Environmental Intelligence Suite [IBM], (s.f.). ¿Qué son los datos geospaciales?  
<https://www.ibm.com/ar-es/topics/geospatial-data#:~:text=Los%20datos%20geoespaciales%20son%20informaci%C3%B3n,Tierra%20o%20cerca%20de%20ella.>

Esperanza, F y Zerda, H. 2002. Potencialidad de los índices de vegetación Para la discriminación de coberturas forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Santiago del Estero, 2002.

Fitzacarrald. A., (2015). Aplicación de un Sistema de Información Geográfico para el monitoreo de las condiciones oceanográficas del Fenómeno “El Niño”. (Trabajo De Investigación Para Obtener La Segunda Especialidad Profesional En Hidrografía Y Navegación). Marina De Guerra Del Perú Escuela Superior De Guerra Naval

Flores, F. (2022). Que es Visual Studio Code y que ventajas ofrece. OpenWebinars.  
<https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/>

Galiano, L. (2012). Informe de la metodología aplicada en mi solución informática de mi proyecto. [Proyecto Socio – tecnológico]. Instituto Universitario de Tecnología del Estado de Bolívar. <http://elproyectedeluisgaliano.blogspot.com/>

Geiger, P. (1996) “Des-territorialização e espacialização” Territorio: Globalização e Fragmentação. São Paulo: Hucitec, pp. 223-246.

Geo innova. (2021). Los 9 principales índices de vegetación más usados en teledetección:<https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-de-indices-de-vegetacion-en-teledeteccion/>

Gil, N., (2020), Monitoreo De Proyectos

Gil, N., (2020), Taller De Planeamiento Estratégico

Gilabert, M., Gonzales, J., Garcia, J., (1997). Acerca de los índices de Vegetacion. Departament de Tenndinamica, Facultad de Fisica, Universitat de Valencia Dr. Moliner, Revista de Teledeteccion (Nº 8), 2. [http://www.aet.org.es/revistas/revista8/AET8\\_4.pdf](http://www.aet.org.es/revistas/revista8/AET8_4.pdf)

Gobierno Autonomo Departamental de La Paz. (s.f.). Viacha. <http://www.milapaz.travel/municipio/index/viacha>

Gonzales, C. (s.f.) Metodologías. Universidad Loyola

Google Earth. (s.f.). EcuRed. [https://www.ecured.cu/Google\\_Earth](https://www.ecured.cu/Google_Earth)

Griman. A., Mendoza. L., Perez. M., Ortega. M., (2014). Hacia una certificación de la calidad sistémica en los sistemas de software en Venezuela. Anales de la Universidad Metropolitana.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. (6a ed.). México D.F.: McGraw-Hill.

Hernández, J. (2010). Prácticas de Reforestación. Manual Básico.

Hernández, R., Fernández, C., Baptista. (2004). Metodología de la investigación. Tercera edición. McGraw-Hill Interamericana México.



Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio, Pilar Ed. (2010). "Metodología de la Investigación" Mc Graw Hill, 5° Edición.

Huanca, K. F. (2020), Sistema De Información Geográficas Aplicado Al Monitoreo De Riesgos De Quema Con Imágenes De Satélite. (Proyecto De Grado). Universidad Pública de El Alto, La Paz, Bolivia.

Ji, Jiahao. (2020), Desarrollo de una herramienta de integración de datos de imágenes de satélite en Google Earth Engine. (Trabajo de Fin de Grado). Universidad Politécnica de Madrid.

Labajo. E., (2015 – 2016). El Metodo Cientifico. (Master en Pericia Sanitaria)

López, A. (2015). Guía para gestionar los datos personales. Madrid: Colección Alianza Formación Gestión.

Lucana, R., Villalobos, M., (2018). Mapa de la cobertura y uso de la tierra periodo 2015 de la Provincia Jose Miguel De Velasco - Santa Cruz. (Trabajo Dirigido). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Machuca, F., (2021). ¿Qué es Python? El lenguaje de programación más popular para aprender en 2021. Crehana. <https://www.crehana.com/bo/blog/desarrollo-web/que-es-python/>

Márquez, A., (2020, marzo 15). Caja blanca vs Caja negra. Recuperado de <https://www.testermoderno.com/caja-blanca-vs-caja-negra/>.

Martínez, L., (2012). Definición de Modelo. Ingeniería de Software. <http://softwareverde.blogspot.com/2012/09/definicion-de-modelo.html>

Matellanes Ferreira, R. (22 de febrero del 2020). Todo lo que deberías saber sobre imágenes Landsat. Gis and beers. Blog personal.Consultado en: <http://www.gisandbeers.com/lo-deberias-saber-imagenes-landsat/>

Mazurek, H. (2005). Definir el territorio para definir una constitución. Encuentro Internacional sobre territorialidad y política. La Paz, Bolivia.

Medición y estimación: Metodo COSMIC. (2018). Recuperado de <http://www.pmoinformatica.com/2018/02/medicion-estimacion-metodo-cosmic.html>

Mendoza, A. (2017). Reforestación con el Mijao para el Fortalecimiento de la Biodiversidad. *Revista Scientific*, 2(4), 11-25, e-ISSN: 2542-2987. Recuperado de: <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.4.1.11-25>

Mendoza, L., Perez, M., Griman, A. (2005). Prototipo de Modelo Sistemico de calidad (MOSCA) del software. *Computacion y Sistemas*, Vol 8 (Num 3), pp 196-217. <https://www.researchgate.net/publication/262661215>

Morales, A. (s.f.). Descubre el nuevo pgAdmin 4 para trabajar con PostGIS. MappingGIS. <https://mappinggis.com/2017/11/descubre-el-nuevo-pgadmin-4-para-trabajar-con-postgis/>

Morales, A. (s.f.). Google Earth Engine y como acceder a sus algoritmos desde QGIS. MappingGIS. <https://mappinggis.com/2020/01/google-earth-engine-y-como-acceder-a-sus-algoritmos-desde-qgis/>

Morales, A. (s.f.). Google Earth Engine y como acceder a sus algoritmos desde QGIS. MappingGIS. <https://mappinggis.com/2020/01/google-earth-engine-y-como-acceder-a-sus-algoritmos-desde-qgis/>

Mosca ppt. (2012). Recuperado de <https://es.slideshare.net/draw507/mosca-ppt>

Müller, R., D. Müller, F. Schierhorn, G. Gerold & P. Pacheco. 2012. Proximate causes of deforestation in the Bolivian lowlands – an analysis of spatial dynamics. *Regional Environmental Change* 12(3): 445-459. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10113-011-0259-0>.

Nair, P.K.R. Classification of agroforestry systems. In: *Agroforestry systems in the tropics*. (Ed. P.K.R. Nair). Kluwer Academic Press/ICRAF. Dordrecht, The Netherlands. p. 39. 1989

Nair, P.K.R. Classification of agroforestry systems. Working paper No. 28. ICRAF. Nairobi, Kenya, 52 p. 1985

Nina, P., Orlando, R., (2012). Ciudades intermedias, otras formas de desarrollo rural integrado. Caso de estudio: municipio de Patacamaya. Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia.

Pabón, H. (s.f.). Forestación ¿Cómo afecta la forestación a los ecosistemas? Fundación Universitaria los libertadores.

Pacheco, P. (2004). Las fronteras agrícolas en el trópico boliviano: entre las situaciones heredadas y los desafíos del presente. Indonesia: Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR), Investigador asociado, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). Brasil.

Pérez Porto, J., Gardey, A. (11 de abril de 2013). Definición de plataforma virtual - Qué es, Significado y Concepto. Definicion.de. Última actualización el 24 de junio de 2021. Recuperado el 7 de febrero de 2023 de <https://definicion.de/plataforma-virtual/>

Pérez, J. y Gardey, A. (2018). Definición de JavaScript

Definicion.de. <https://definicion.de/javascript/>

Pérez, M. (12 de mayo del 2021). Investigación. Concepto Definición. <https://conceptodefinicion.de/investigacion/>

Pico, A., (2013). Definición de ingeniería de sistemas. El blog del Ingeniero de Sistemas. <https://ingenierodesistemas.co/editorial/definicion-de-ingenieria-de-sistemas/>

Pineda, O., (2011). Análisis De Cambio De Uso De Suelo Mediante Percepción Remota En El Municipio De Valle De Santiago (Tesis De Maestra En Geomatica). Centro De Investigación En Geografía Y Geomática Ing Jorge L. Tamayo, A.C. Centrogeo

PMOinformatica.com. (2018). 10 Técnicas de estimación de software. Recuperado 14 de junio de 2022 de <http://www.pmoinformatica.com/2018/08/tecnicas-estimacion-software.html>.

Pollock, N. (2002). Knowledge management and information technology (Know-IT Encyclopedia). Defense Acquisition University Press, (pp. 384).

Porras, A. (2017). Conceptos básicos de estadística. [Diplomado en Analisis de Informacion Geoespacial, CentroGeo].

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F., (2003). Uso de Suelo.

Pronostico Experto. (s.f.). ¿Cómo medir la exactitud del pronóstico?  
<https://www.pronosticoexperto.com/cpto-medicion-exactitud>

Pruebas de stress sobre aplicaciones web. (2012). Blog. Recuperado de  
<https://www.4rsoluciones.com/blog/pruebas-de-stress-sobre-aplicaciones-web-2/#:~:text=Uno%20de%20los%20an%C3%A1lisis%20que,a%20condiciones%20de%20uso%20extremas.&text=Efectos%20similares%20pueden%20obtenerse%20con,tra%C3%A9s%20de%20un%20software%20malicioso.>

QuestionPro. (2021). Análisis de datos. <https://www.questionpro.com/es/analisis-de-datos.html>

Quiroga, A. (23 de 03 de 2015). Uml based web engineering.

Ramos, B., (2018). ¿Qué es Google Earth Engine?. Cursos GIS.com. Recuperado de  
<https://www.cursosgis.com/que-es-google-earth-engine/>

Rodriguez, A., (s.f.). Introduccion a Google Earth Engine. Geoinformacion.  
<https://cursogeoi.com/curso/introduccion-a-google-earth-engine/>

Rodríguez, J. (2005). Definición de JavaScript. Recuperado de  
<https://www.gestiopolis.com/definicion-javascript/>

Rodríguez, O., (s.f.). Curso de PostgreSQL. Platzi.  
<https://platzi.com/cursos/postgresql/>

Roger S. Pressman. "Ingenieria del software: un enfoque práctico. Sexta edición". Mc Graw Hill 2005.

Rojas, T., Perez, M., Griman, A., Mendoza, L. (2007). Mejora de la calidad del proceso a través de infocas: Un estudio de caso. Revista de la facultad de Ingenieria

Universidad Central de Venezuela, Vol 22 (Num 2).  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652007000200005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652007000200005)

Roldan, P. (2017). Estadística. Economipedia.com.  
<https://economipedia.com/definiciones/estadistica.html>

Sampieri, R. (2006). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill.

Sánchez, S., (2016) Epistemología Método Científico

Sanz, D. (2018). Curso de Fundamentos de Pruebas de Software. Recuperado de  
<https://platzi.com/blog/pruebas-esenciales-para-evaluar-el-rendimiento-de-software/>.

Sanz, D. (2019). 4 pruebas esenciales para evaluar el rendimiento de software. Platzi.  
<https://platzi.com/blog/pruebas-esenciales-para-evaluar-el-rendimiento-de-software/>

Sites.Google. (s.f.). Métodos estadísticos  
<https://sites.google.com/site/tecnicasdeinvestigaciond38/metodos-estadisticos/1-1-analisis-de-datos>

Slideshare. (2018). 1.6.0. gis manual de usuario.  
<https://es.slideshare.net/ileanarousselin264/160-gis-manual-de-usuario>

Software caja negra y caja blanca. (2015). Slideshare. Recuperado de  
<https://es.slideshare.net/StudentPc/software-caja-negra-y-caja-blanca>.

Software ISO Riesgos y Seguridad. (s.f.). ISOTools EXCELLENCE. Recuperado de  
<https://www.isotools.org/normas/riesgos-y-seguridad/iso-27001/#:~:text=ISO%2027001%20es%20una%20norma,los%20sistemas%20que%20la%20procesan.&text=La%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Seguridad,en%20la%20norma%20ISO%2027002.> [15/11/2020].

Suarez, H. D. (2013). Norma iso 27000. Recuperado de  
<https://pt.slideshare.net/haroll1/norma-iso-27000/4>.

Subia, Y., (2020). Análisis multitemporal de cambio de cobertura vegetal y uso de suelos en El Parque Nacional Bahuaja Sonene y su zona de amortiguamiento. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Del Altiplano Facultad De Ciencias Agrarias.

Terán, G., Thellaeche, J., Conde, E., Fundación Alternativas. (2020). Plan De Contingencia Alimentaria: Municipio De Viacha. [https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2020/12/PCA-Viacha\\_FINAL-web.pdf](https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2020/12/PCA-Viacha_FINAL-web.pdf)

Terrera, G. (2017). Pruebas de caja negra y un enfoque práctico. Recuperado de <https://testingbaires.com/pruebas-caja-negra-enfoque-practico/>

Tipos de Métodos Científicos (2020). En WikiSabe Recuperado de <https://wikisabe.com/tipos-de-metodos-cientificos/>

Trinchet, C., Selva, A., Trinchet, R., Silva, M., Píriz, A. (2014). La modelación de los objetos y procesos como método para validar los resultados de la investigación científica. Panorama Cuba y Salud, vol. (9), pp. 29. <https://www.redalyc.org/pdf/4773/477347195006.pdf>

Ucha, F. (2010). Pronostico. Definición ABC. <https://www.definicionabc.com/ciencia/pronostico.php>

Unidad de Administración Territorial. (s.f.). El ordenamiento territorial en Bolivia (p. 11). Recuperado de [http://atlasflacma.weebly.com/uploads/5/0/5/0/5050016/ley\\_de\\_ordenamiento\\_territorial\\_en\\_bolivia.pdf](http://atlasflacma.weebly.com/uploads/5/0/5/0/5050016/ley_de_ordenamiento_territorial_en_bolivia.pdf)

Unión Internacional de Telecomunicaciones [UIT], 2020. Geospacial. <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/geospacial.aspx>

United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. Global Forest Resources Assessment 2005: Progress toward sustainable forest management. (<http://www.fao.org/forestry/fra2005/en/>)

Universia. (2020). Por qué especializarse en Ingeniería de Sistemas. <https://www.universia.net/co/actualidad/orientacion-academica/que-especializarse-ingenieria-sistemas-1143711.html>

Universidad Continental. (3 de agosto de 2015). Importancia del uso de imágenes satelitales y procesamiento de señales. <https://ucontinental.edu.pe/noticias/importancia-del-uso-de-imagenes-satelitales-y->



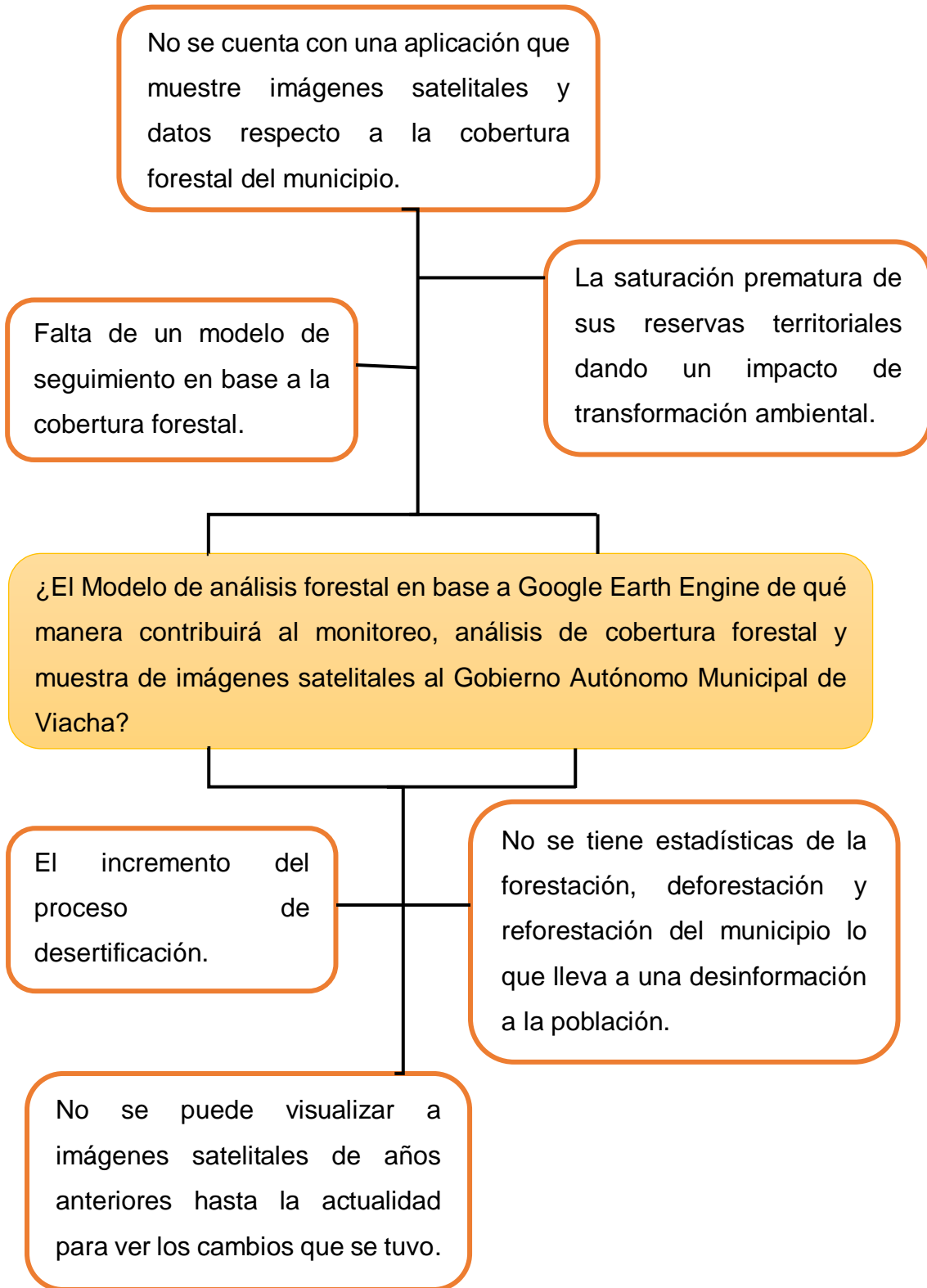
(Alegsa, L., 2010). Definicion de FileZilla.Diccionario de Informatica y Tecnologia.  
<https://www.alegsa.com.ar/Dic/filezilla.php#gsc.tab=0>

Garzas, J. (2012). Como estandarizar la evaluación de la calidad del producto software la ISO 9126 y la ISO 25000. <https://www.javiergarzas.com/2012/10/iso-9126-iso-25000-1.html>

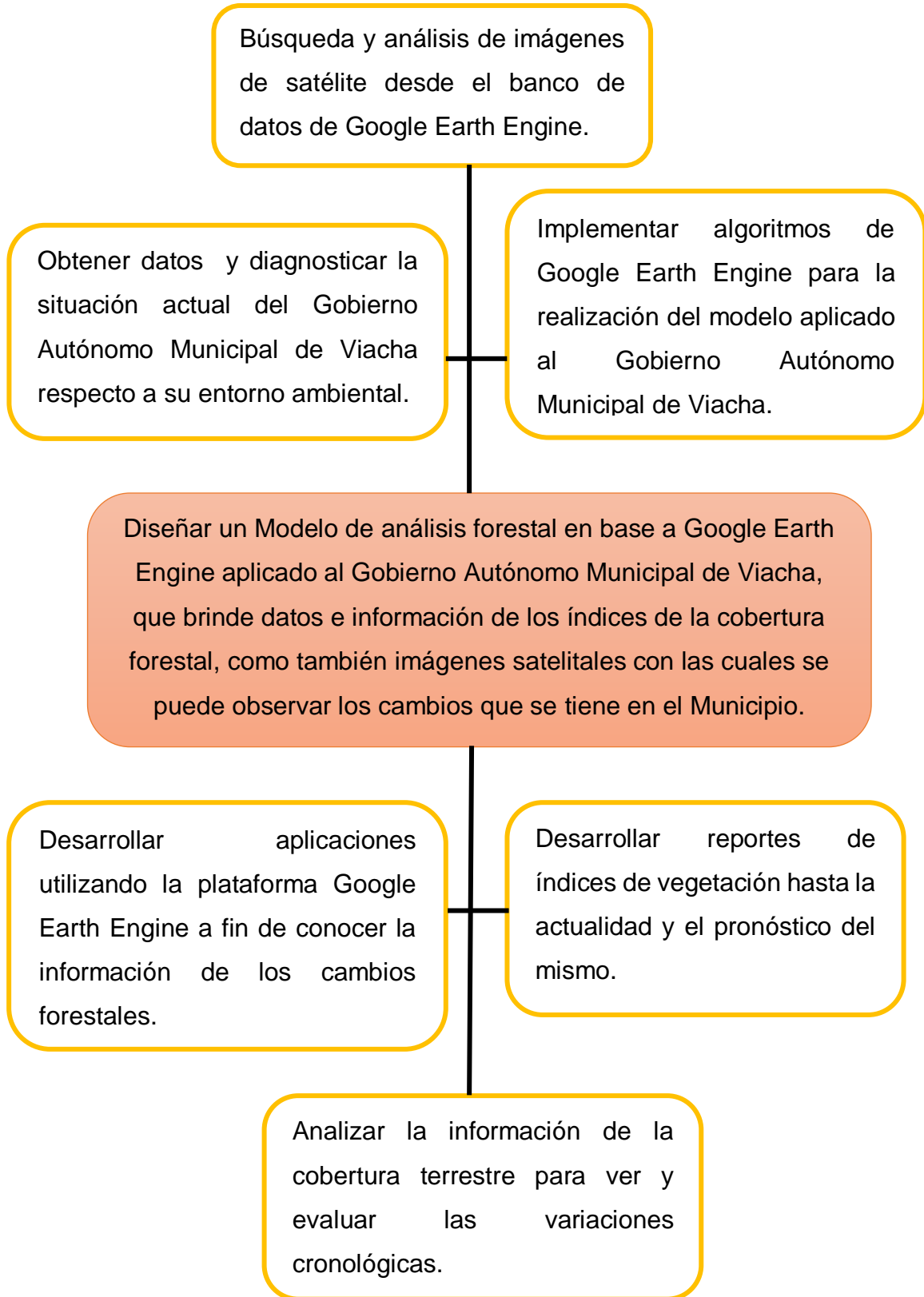


**ANEXOS**

## ARBOL DE PROBLEMAS



## ARBOL DE OBJETIVOS



El Alto, noviembre de 2023

Señor:

Lic. Ing. William Roque Roque

**DIRECTOR DE CARRERA**

INGENIERÍA DE SISTEMAS

Presente.-

**REF.: AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido ingeniero

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad de Trabajo de Grado:

**TITULO:** Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha.

**MODALIDAD:** Tesis de Grado

**UNIVERSITARIO:** Yhenny Valeriano Huanca

**REGISTRO UNIVERSITARIO:** 200007092

**CEDULA DE IDENTIDAD:** 9231200

De tal forma cabe recalcar que el modelo cumple los requerimientos, de esta forma se dio cumplimiento de los objetivos del presente.

Es cuanto certifico, en honor a la verdad para fines consiguientes del interesado, para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente.



Lic. Ing. Dionicio Henry Pacheco Rios  
TUTOR METODOLÓGICO

El Alto, noviembre de 2023

Señor:

Lic. Ing. Dionicio Henry Pacheco Rios

**TUTOR METODOLOGICO**

**TALLER DE GRADO II**

Presente.-

**REF.: AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad de Trabajo de Grado:

**TITULO:** Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal de Viacha.

**MODALIDAD:** Tesis de Grado

**UNIVERSITARIO:** Yhenny Valeriano Huanca

**REGISTRO UNIVERSITARIO:** 200007092

**CÉDULA DE IDENTIDAD** 9231200

De tal forma cabe recalcar que el modelo cumple con los requerimientos, de esta forma se dio cumplimiento de los objetivos del presente.

Es cuanto certifico, en honor a la verdad para fines consiguientes del interesado, para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Publicad de El Alto.

Atentamente.



Lic. Santos Chillo Espinoza

**TUTOR REVISOR**

El Alto, noviembre de 2023

Señor:

Lic. Ing. Dionicio Henry Pacheco Rios

**TUTOR METODOLOGICO**

**TALLER DE GRADO II**

Presente.-

**REF.: AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad de Trabajo de Grado:

**TITULO:** Modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine aplicado al Gobierno Autónomo Municipal De Viacha.

**MODALIDAD:** Tesis de Grado II.

**UNIVERSITRIO:** Yhenny Valeriano Huanca

**REGISTRO UNIVERSITARIO:** 200007092

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 9231200

De tal forma cabe recalcar que el modelo cumple con los requerimientos, de esta forma se dio cumplimiento de los objetivos del presente.

Es cuanto certifico, en honor a la verdad para fines consiguientes del interesado, para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Publicad de El Alto.

Atentamente.



Lic. Gladys Francisca Chuquimia Mamani

**TUTOR ESPECIALISTA**

# MANUAL DE USUARIO

## Ingreso al modelo

El modelo de análisis forestal en base a Google Earth Engine consta de 5 módulos, como modulo principal se tiene el módulo de información, el segundo módulo es el de capas el cual se encuentra enlazado junto al Geoserver, en el tercer módulo se encuentra el módulo de timelapse que es un video global respecto al cambio histórico del planeta, en el cuarto módulo encontramos el módulo de grafico de cobertura forestal en el cual nos brinda los datos forestales, como quinto modulo tenemos las imágenes satelitales que nos ayudan a obtener imágenes desde hace años atrás (2016), hasta la actualidad.

## ACCESO AL MODULO PRINCIPAL

El usuario accede al módulo principal donde encuentra la información respecto al municipio de Viacha, una breve reseña histórica, lugares con los cuales limitan, municipios vecinos, flora y fauna del municipio. Los cuales puede visualizar de manera fácil y sencilla.



## MUNICIPIO DE VIACHA

La provincia Ingavi en la cual se encuentra el Municipio de Viacha, fue creado el 18 de noviembre de 1842 mediante Decreto Supremo en conmemoración a la batalla de Ingavi. Tiene una extensión de 5410 km<sup>2</sup>. Su topografía tiene un relieve ondulado, con presencia de serranías, la ciudad de Viacha colinda con la ciudad de El Alto siendo la avenida Jacha Tupho (Distrito 7) el límite territorial entre ambas. Los principales ríos son el Desaguadero, el Chama, el Jachajahuira y el Pallina. El clima es frío, tiene temperatura promedio de 8°C. Cuenta con una población aproximada de 80.724 habitantes según censo 2012. Su principal actividad es la ganadería, entre las que más se destacan son el vacuno, ovino, porcino y caméldos, se encuentra la Fábrica de Cemento SOBCE, Viacha es conocida como una ciudad Industrial y productiva.



### Territorio del municipio de Viacha

Superficie del municipio de Viacha 844.3 km<sup>2</sup>

Altitud del municipio de Viacha 3 857 metros de altitud

Coordenadas geográficas  
Latitud: -16.6478  
Longitud: -68.2922  
Latitud: 16° 38' 52" Sur  
Longitud: 68° 17' 32" Oeste

### MUNICIPIOS VECINOS DE VIACHA

#### Municipios que limitan con Viacha

Laja	Achocalla	Achocalla
Laja		Achocalla
Comanche	Mecapaca	Mecapaca

#### Municipios vecinos de Viacha

Achocalla 15.8 km	Laja 16.2 km	El Alto 18.4 km
Collana 22.9 km	Calacoto 25 km	La Paz 25.5 km
Mecapaca 29.6 km	Pucarani 33.5 km	Calamarca 34.5 km
Colquencha 35.2 km	Palca 37.4 km	Tiahuanacu 42.5 km
Sapahaqui 45.3 km	Batallas 46.7 km	Comanche 48.5 km
Waldo Ballivián 49.5 km		

### FLORA

El Municipio de Viacha no cuenta con abundantes especies de flora ya que presenta dos pisos ecológicos: • Zona relieve montañosa 38%. • Zona de altiplano y llano 62%. Las llanuras húmedas se caracterizan por suelos con bastante fertilidad donde se desarrolla la actividad ganadera lechera y en algunas comunidades la producción de forraje como cobada y avena. Las llanuras secas presentan abundante vegetación compuesta por pastizales y matorrales y es apta para la agricultura y ganadería. Existen algunas variedades de flora como ser:

**Thola** La thola es una planta arbustiva alto andina muy utilizada como planta medicinal, como combustible ecológico y forraje para animales de pastoreo por lo que representa un gran potencial económico.



**Waraco** Es un cactus típico de los Andes. Ocurre en pastizales de altura requiere de mucha luz y algo de sol directo.



**Totora** Es una planta acuática, sirve de forraje para los animales, para la fabricación de embarcaciones, casas y entre otros, su consumo es beneficioso para prevenir el cáncer de colon y el estreñimiento.



**Yareta** Es un arbusto nativo de las regiones altiplánicas, se adapta a distintos cambios climatológicos. Se dice que permite depurar el organismo y aliviar problemas gastrointestinales, calmar dolores dentales y puede regular los índices de glicemia.



**Ichu** Es un pasto del altiplano andino empleado para la construcción de casas, forraje de animales caméldos altiplánicos.



INFORMACION  
DEL  
MUNICIPIO

INFORMACION  
DE LOS  
LÍMITES DEL  
MUNICIPIO

INFORMACION  
DE LA FLORA  
DEL  
MUNICIPIO



**Pajonal** Son pastizales naturales que se encuentran en valles y montañas, son vitales para conservación del agua.



**Chifligua** Es una paja suave, con la cual se puede elaborar cestería. Es característica del altiplano y crecen con preferencia en lugares húmedos y cercanos a los ríos. Indicador de las lluvias y la producción.



**Kiswara** Es un árbol que puede llegar a medir 4 a 6 metros, pueden soportar temperaturas extremadamente bajas, sirve para aliviar problemas hepáticos, de próstata, diabetes, cistitis, reumatismo, artritis, curar resfrios y cicatrizar heridas.



**Suphu Thola** Es un arbusto resinoso, lignificado, erecto, ramoso, se usa como leña y arbusto medicinal



#### FAUNA

La fauna en Bolivia es muy diversa y amplia ya que depende de las distintas zonas climáticas que se tiene en nuestro país

**Vicuña** Pertenece a la familia de camelidos habitan en la zona Altiplanica, su pelaje es una de las mas finas en todo el mundo se alimentan de las estepas altoandinas y altiplanicas, estuvo en peligro de extincion y todacia es una especie que requiere de conservacion.



**Llama** Es uno de los camelidos mas grandes de Sudamerica habitan especialmente en el Altiplano puede llegar a alcanzar un metro de altura; sus orejas son punteagudas, al ser un camelido grande en algunos lugares suelen utilizarlos como animales de carga



**Alpaca** Es un animal mediano pertenece a la familia de camelidos, estatura promedio de 80 a 90 cm, son valiosos a causa de la calidad y la cantidad de lana, sus orejas son pequeñas y punteagudas



**Zorro** Son animales mamíferos carnívoros y omnívoros pueden alimentarse de gusanos, insectos, lombrices, roedores, conejos y aves pequeñas, son veloces y pequeños, se los identifica por sus grandes orejas, su color rojizo y su cola larga y espesa



**Vizcacha** Es un roedor grande, se alimenta de hierbas y vegetales duros, su color de pelaje es gris claro o gris pardo, su habitat son los lugares rocosos



**Chinchillas** Son roedores pequeños presas de las aves rapaces, se alimentan de semillas, raíces, hojas, frutos, bayas, corteza, alfalfa y diferentes hierbas, acostumbran vivir en las grietas de las rocas



**Perdiz** Es una ave de la zona altiplanica se encuentra en elevaciones altas en matorrales y pastizales andinos rocosos, es omnivora, herbívora e insectívora



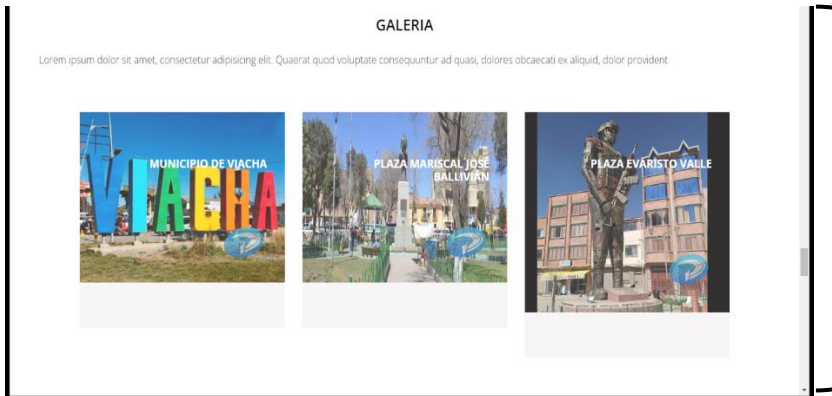
**Colibri** Son aves pequeñas y muy coloridas, miden aproximadamente desde los 5 cm hasta los 20 cm pueden llegar a vivir hasta 18 años, sus colores dependen mucho del sexo del colibri, se alimenta de del nectar de las flores



**Yaka yaka** Tambien conocido como pajarero carpintero andino, tiene el pico largo y afilado, se alimentan en pastizales, pajonales, orillas de rios de gusanos, larvas, insectos que encuentran por ahí, habita en lugares rocosos, los colores de sus plumas lo ayudan a camuflarse



INFORMACION  
DE LA FAUNA  
DEL  
MUNICIPIO

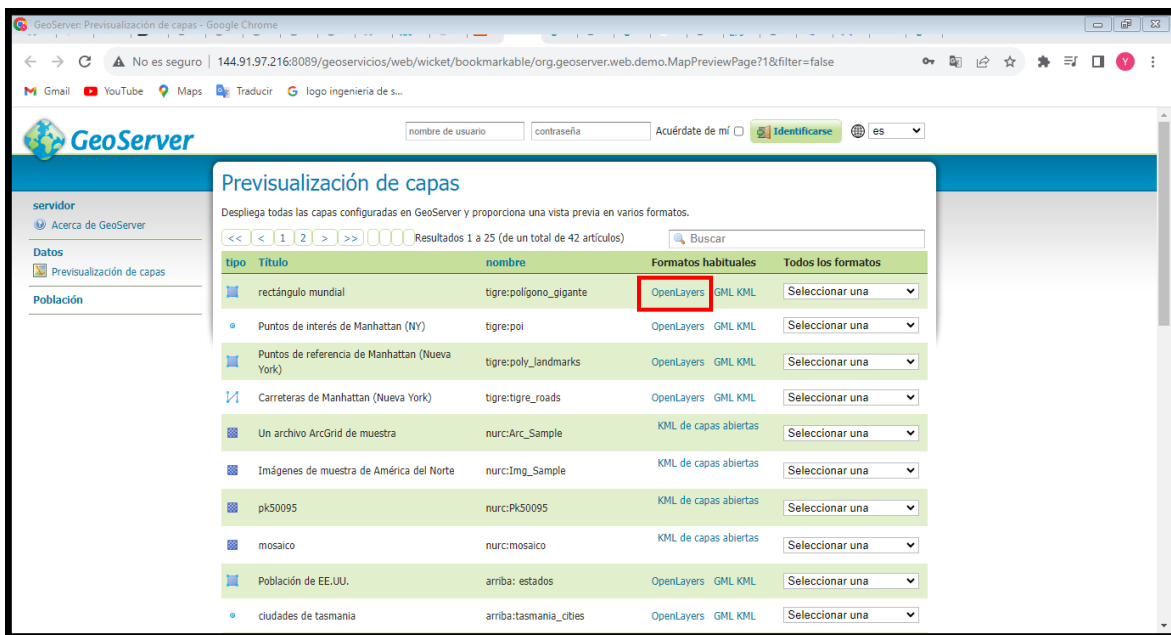


FOTOS DEL MUNICIPIO DE VIACHA

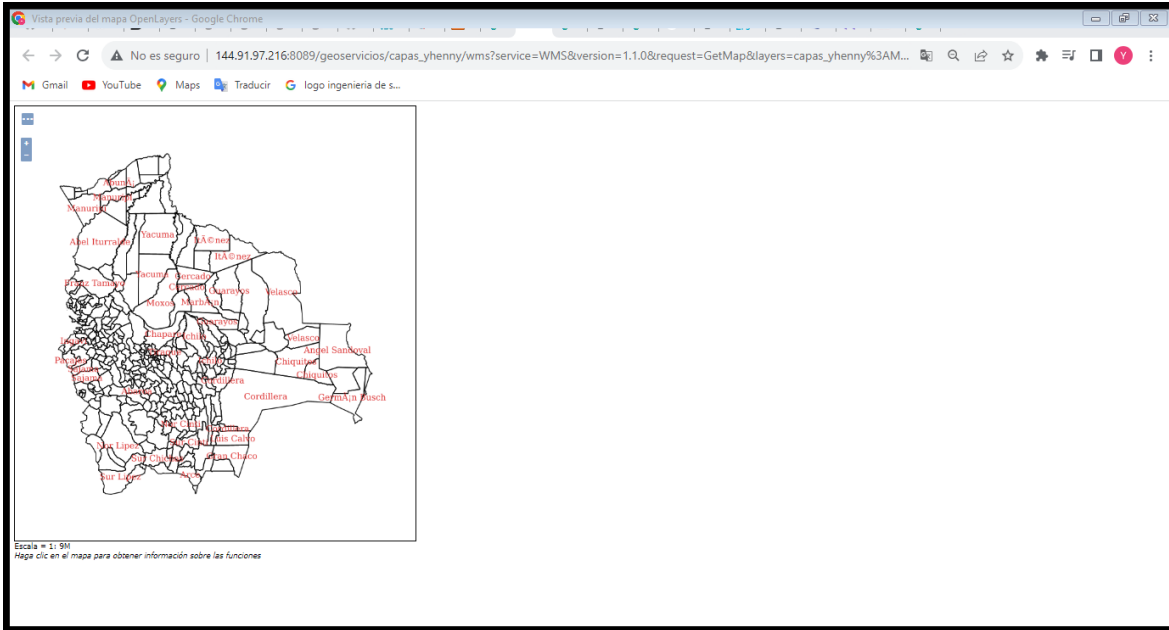
## MÓDULO DE CAPAS

Mediante el módulo de capas se logra obtener capas respecto a los lugares estratégicos, como ser: canchas, bancos, iglesias, mercados, unidades educativas y entre otras, las cuales visualizando se pueden obtener los datos de dicho lugar.

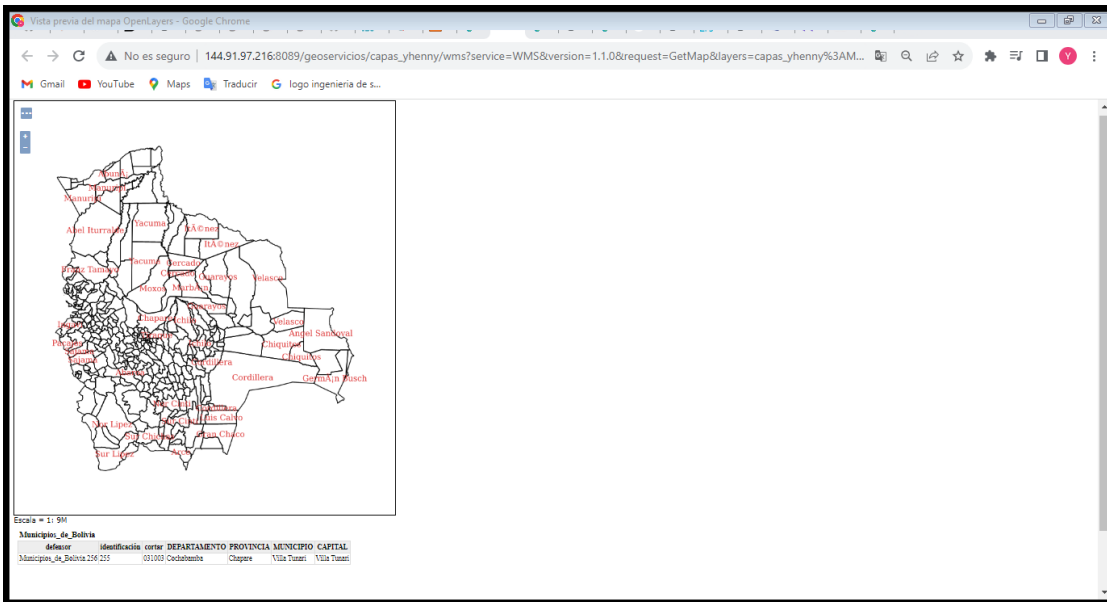
Al presionar capas nos re direcciona a la página de pre visualización de capas.



Seguidamente presionamos en OpenLayers. La cual nos mandara a la página de visualización, donde se cargara el mapa.



Presionamos en el lugar de interés para saber la información.



En la parte inferior del mapa se visualiza la información.

Escala = 1: 9M

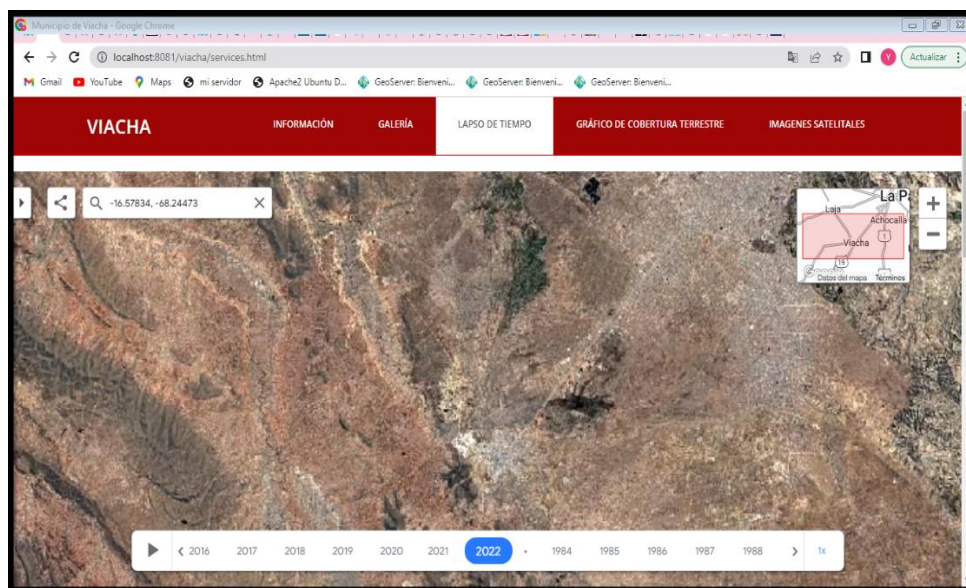
**Municipios de Bolivia**

defensor	identificación	cortar	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	MUNICIPIO	CAPITAL
Municipios de Bolivia	256	255	031003	Cochabamba	Chapare	Villa Tunari

## MÓDULO DE LAPSO DE TIEMPO

En este módulo se puede visualizar un video del Municipio de Viacha desde hace años atrás, hasta la actualidad, con los cuales se puede observar los cambios que se tuvo durante estos años.

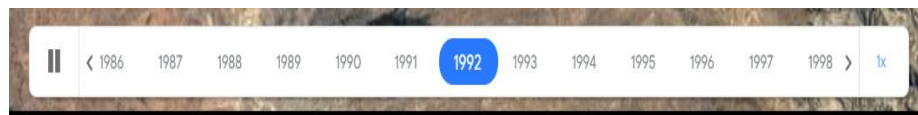
1. Ingresamos al módulo Lapso de Tiempo.
2. Seguidamente se carga el mapa en la pantalla

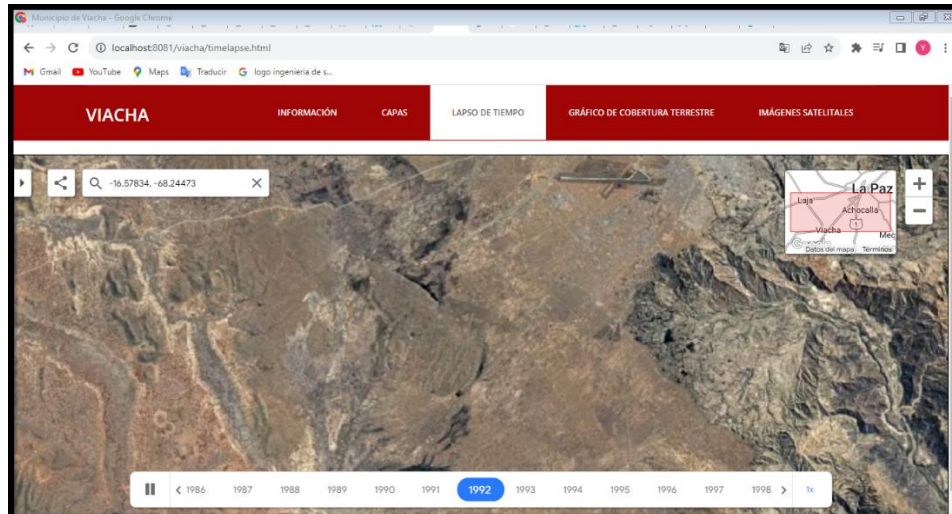


3. Presionamos el botón ► para que empiece a reproducir el video.

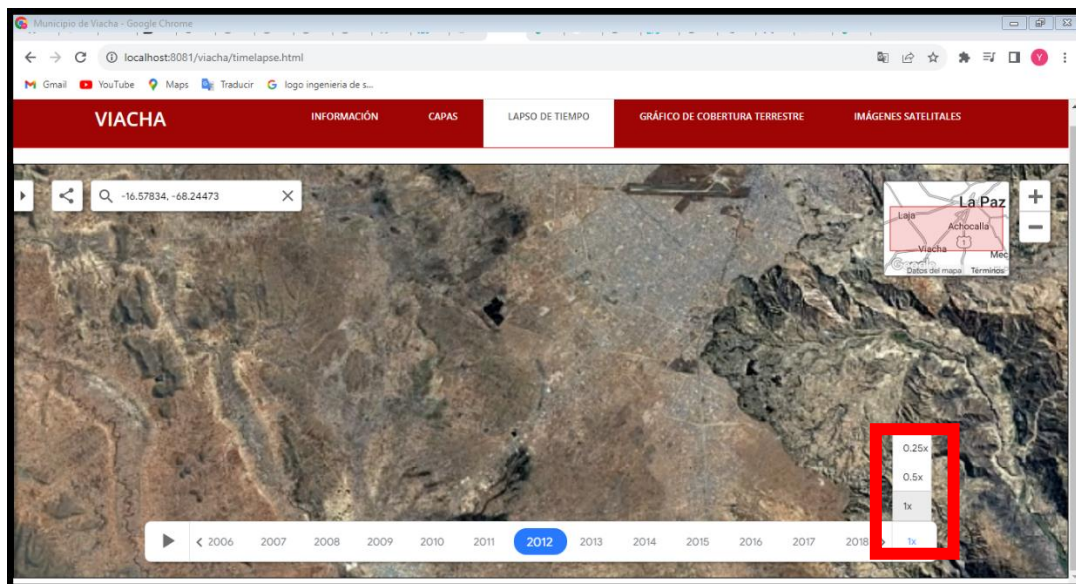


4. Presionamos en || para pausar el video





5. Se puede seleccionar el tiempo de duración de las imágenes.



## MÓDULO DE GRÁFICO DE COBERTURA FORESTAL

En este módulo nos muestra el mapa Ndvi con la cual se puede observar la diferencia en la cobertura forestal mediante diferentes colores, que van desde el 0% de vegetación hasta el 100%. Como también se genera el grafico de cobertura forestal para su respectivo análisis desde el año 2016 hasta la actualidad, los cuales pueden ser descargados en diferentes formatos (CSV, SVG y PNG).

VIACHA

[INFORMACIÓN](#)
[CAPAS](#)
[LAPSO DE TIEMPO](#)
[GRÁFICO DE COBERTURA TERRESTRE](#)
[IMÁGENES SATELITALES](#)

NDVI Actual Presione Aquí

Mapa NDVI 2019

### INDICES DE COBERTURA FORESTAL

Layers

Mapa

Satélite

### COBERTURA

	Superficies de agua, lugares habitados (viviendas), forcas
-1 a 0	Suelo desnudo, pendientes altas .
0 a 0.34	Superficie con pajonales andinos con arbustos
0.34 a 0.44	Bosque ralo y vegetación dispersa
0.54 a 1	Vegetacion densa y vigorosa
100% de Vegetacion	Nubes - Nieve - Salitral

### MUNICIPIO DE VIACHA

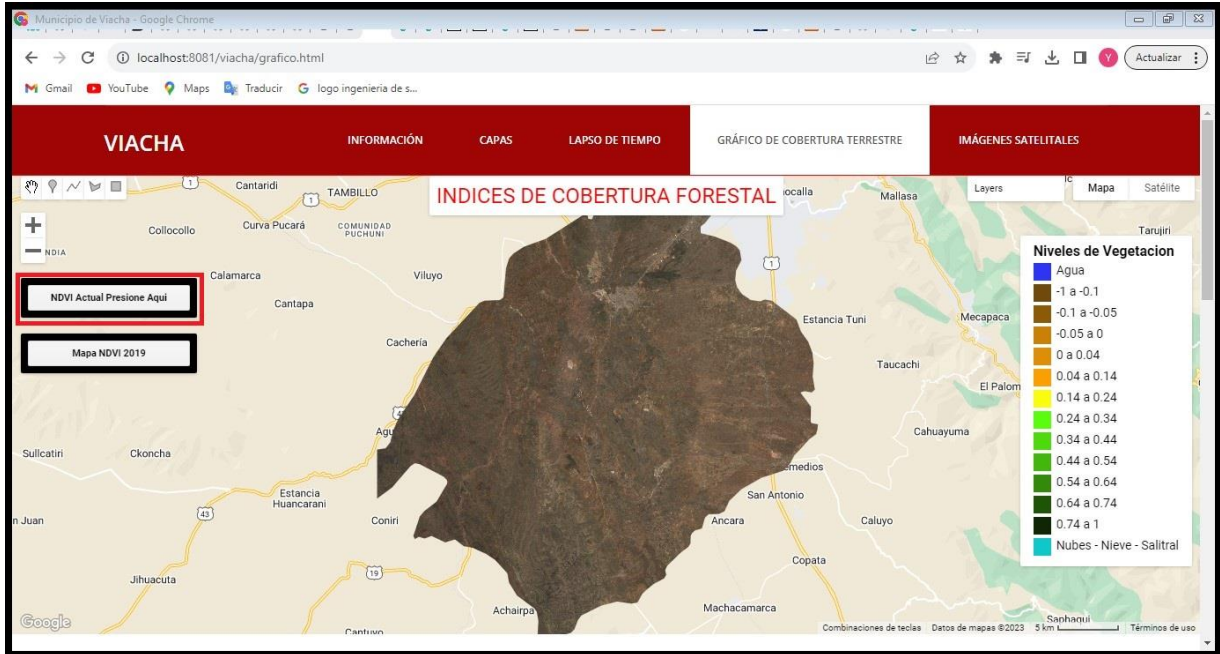
Los indices de vegetacion o NDVI ayudan a reconocer la presencia de vegetacion en un determinado territorio, combinando las bandas espectrales captadas por los satelites que permiten obtener una nueva imagen donde se destacan los parametros de cobertura forestal, ya sean masas de cultivos, agua, suelos y la condicion de la vegetacion.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

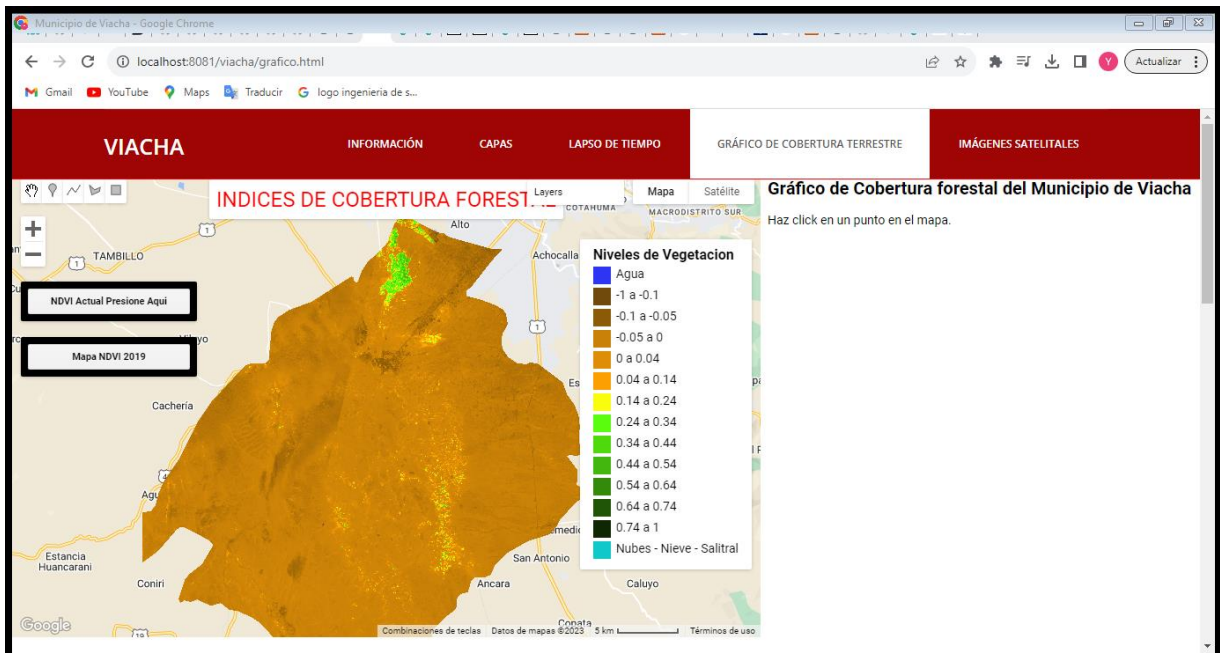
NIR es la reflectancia del Infrarrojo Cercano (b8 Sentinel, b5 en Landsat 8, b2 MODIS).

RED es la reflectancia del rojo (b4 Sentinel, b4 en Landsat 8, b1 MODIS).

# 1. Presionamos el botón NDVI



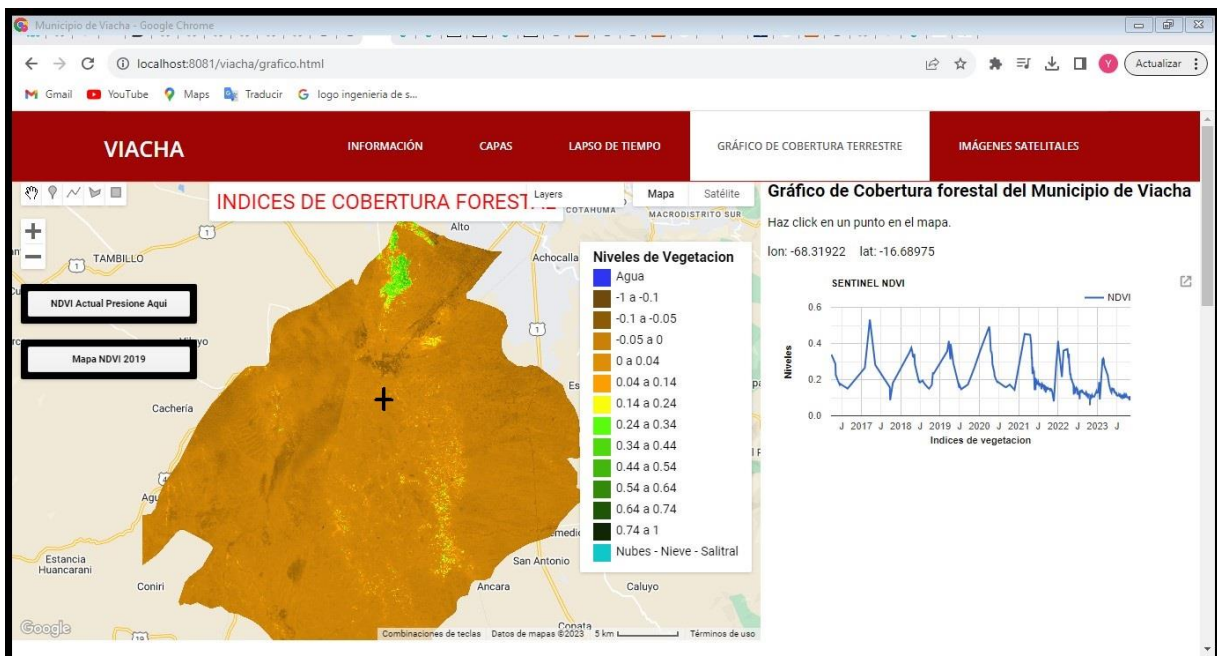
Y seguidamente aparece el panel para el mostrar de grafico de cobertura forestal y el mapa NDVI actual



## Índices de cobertura forestal

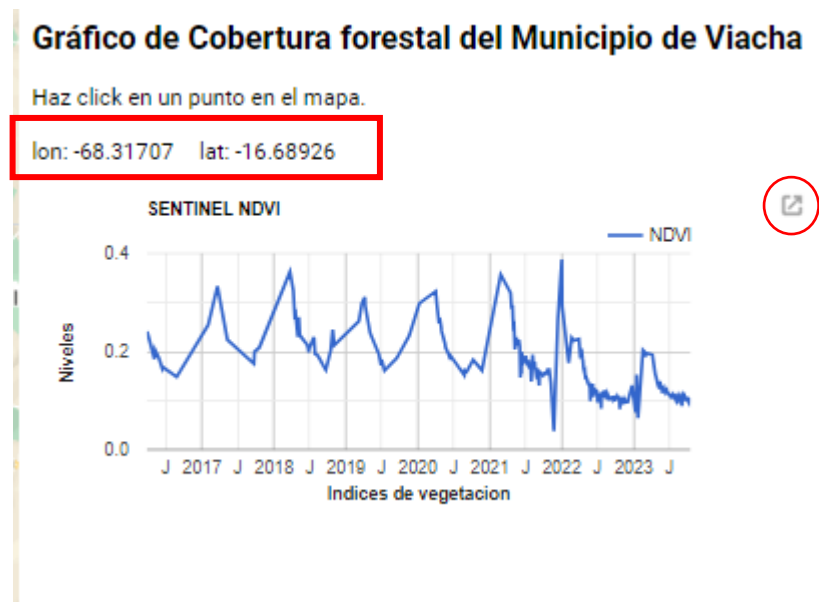
Agua	Blue
-1 a -0.1	Brown
-0.1 a -0.05	Light Brown
-0.05 a 0	Dark Brown
0 a 0.04	Orange
0.04 a 0.14	Light Orange
0.14 a 0.24	Yellow
0.24 a 0.34	Light Green
0.34 a 0.44	Green
0.44 a 0.54	Dark Green
0.54 a 0.64	Very Dark Green
0.64 a 0.74	Black
0.74 a 1	Dark Green
Nubes – nieve – salitral	Cyan


Presionamos con el cursor en el lugar de donde queremos generar el grafico

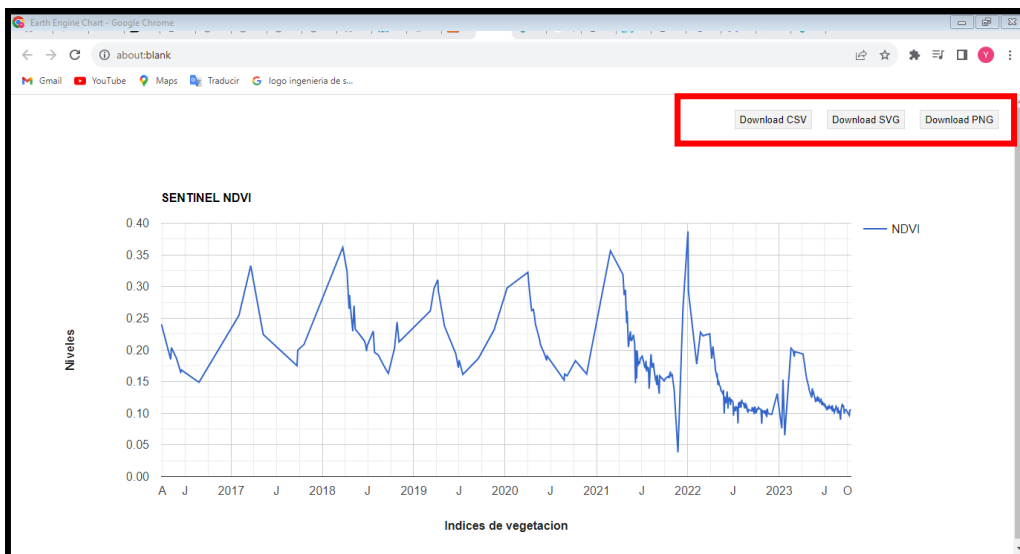




Una vez obtenido el grafico, se muestra la latitud y longitud del punto que seleccionamos.



Presionamos  en el grafico para seleccionar en el formato en cual se quiere descargar el grafico.



Formato CSV, SVG y PNG las cuales nos ayudan al análisis de la cobertura forestal.

ee-chart (30) - Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS ACTIVEDATA REVISAR VISTA

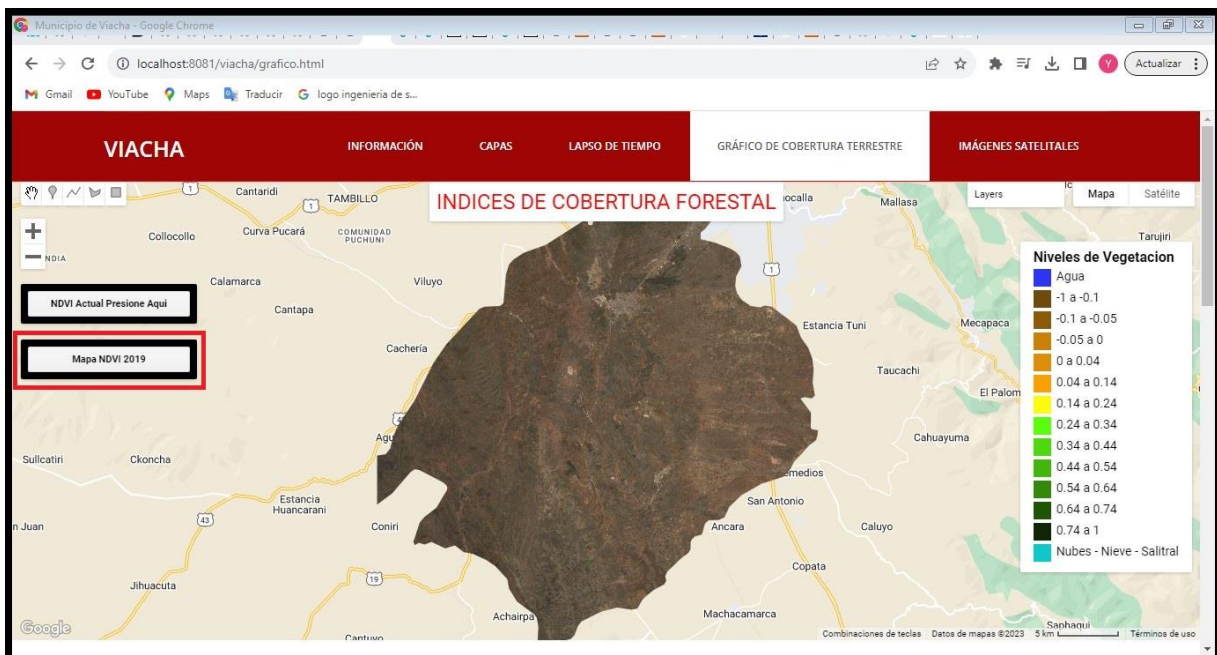
Pegar Fuente Alineación Estilos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	system.time_start,NDVI									
2	Mar 28, 2016,0.241									
3	Mar 28, 2016,0.241									
4	May 4, 2016,0.185									
5	May 4, 2016,0.185									
6	May 7, 2016,0.204									
7	May 7, 2016,0.204									
8	May 27, 2016,0.187									
9	May 27, 2016,0.187									
10	Jun 13, 2016,0.165									
11	Jun 13, 2016,0.165									
12	Jun 16, 2016,0.168									
13	Jun 16, 2016,0.168									
14	Aug 25, 2016,0.149									
15	Aug 25, 2016,0.149									
16	Feb 1, 2017,0.255									
17	Mar 20, 2017,0.333									
18	May 9, 2017,0.224									
19	Sep 21, 2017,0.175									
20	Sep 24, 2017,0.2									
21	Oct 19, 2017,0.209									
22	Mar 23, 2018,0.362									
23	Apr 9, 2018,0.324									
24	Apr 17, 2018,0.265									
25	Apr 19, 2018,0.287									
26	Apr 22, 2018,0.27									
27	May 2, 2018,0.229									
28	May 7, 2018,0.27									

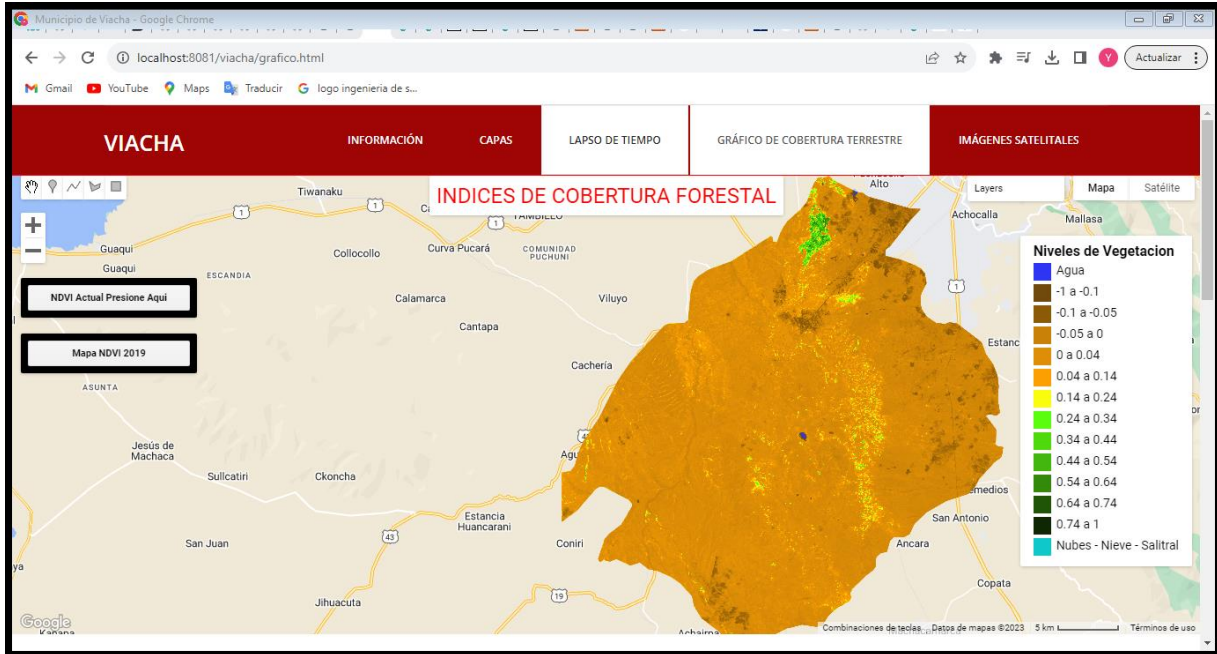
ee-chart (30)

LISTO 80 %

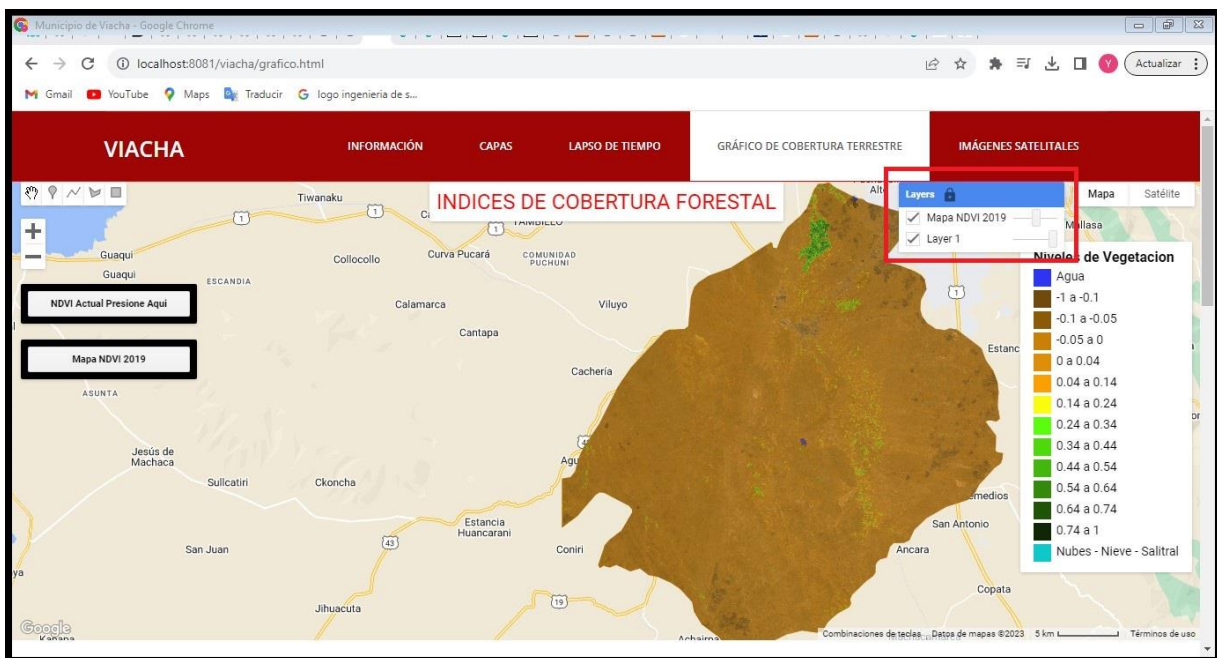
Para visualizar el mapa NDVI 2019 para comparar los cambios que se tuvo, presionamos en el botón Mapa NDVI 2019.



Empieza a cargarse el nuevo mapa del año 2019.

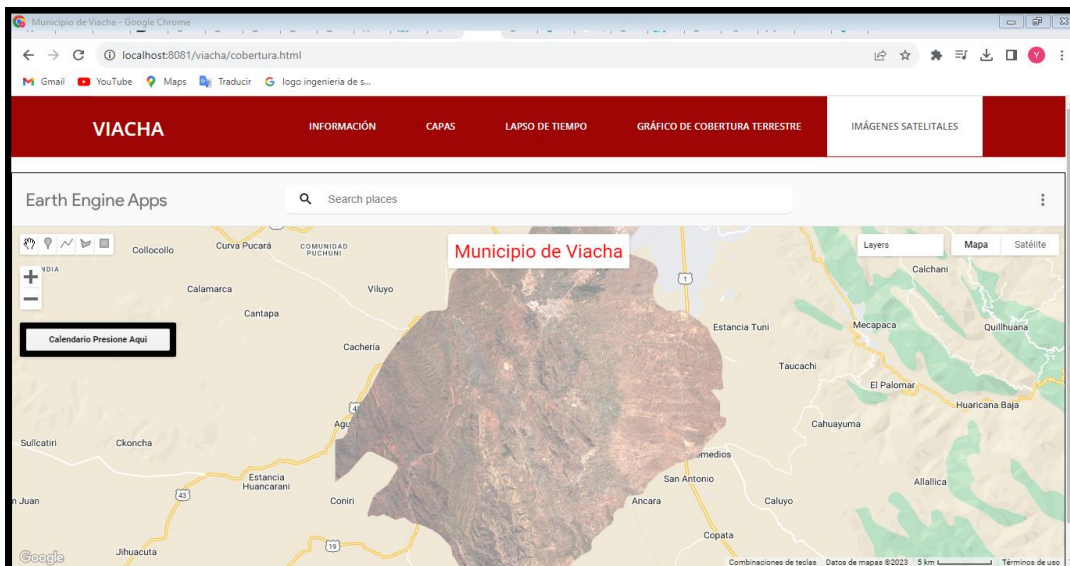


Y mediante la opción Layers donde se puede nivelar la visibilidad del mapa.

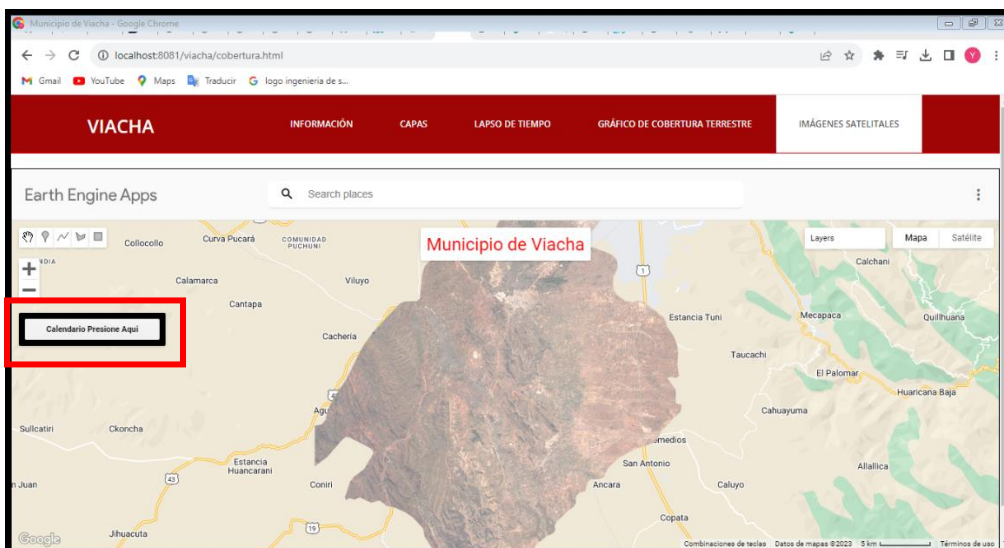


## MODULO DE IMÁGENES SATELITALES

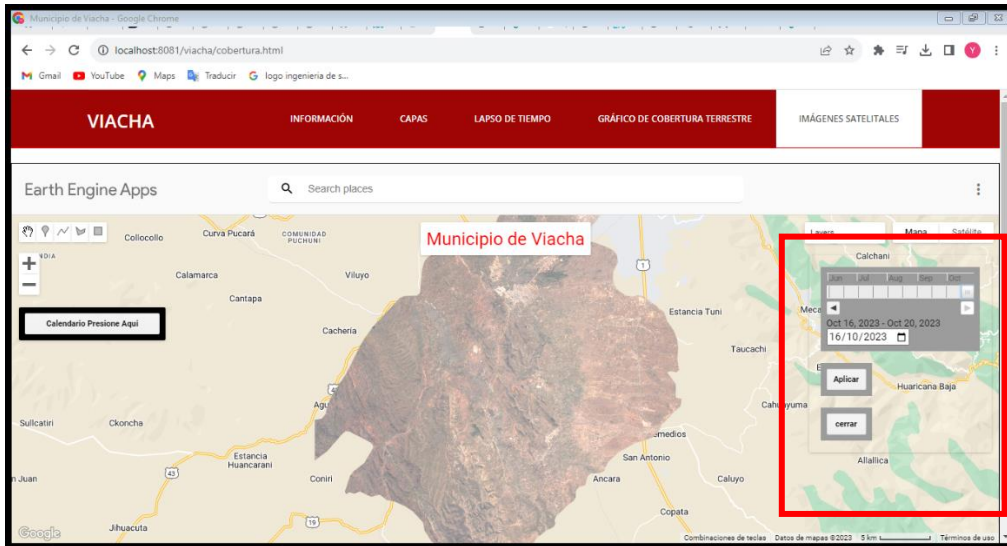
En este módulo se puede visualizar imágenes satelitales en diferentes años, buscando bajo calendario la fecha de la cual queremos obtener, se brinda imágenes desde 2016 hasta la actualidad.



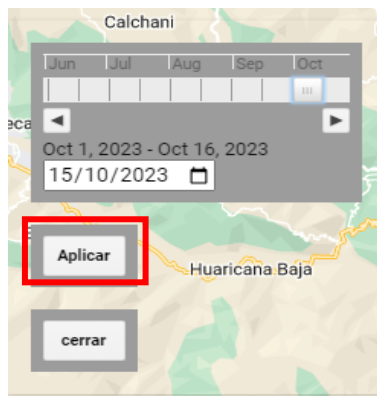
Presionamos en el botón de calendario.



Una vez presionado nos aparecerá el panel de calendario.



En el panel calendario podemos seleccionar el día, mes y año de la cual queremos obtener la imagen satelital con menor porcentaje de nubes.



Presionamos en Aplicar y se cargara el nuevo mapa.

Como ejemplo se muestra distintas fechas con su respectiva imagen captada.

