



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN COMPUTACIÓN

**DISEÑO DE UN MODELO ESPACIO-
TEMPORAL BASADO EN RAZONAMIENTO
ESPACIAL**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PRESENTA:
ING. ARTURO BENJAMÍN MARTÍNEZ DÍAZ

DIRECTORES DE TESIS:
M. EN C. MIGUEL JESUS TORRES RUIZ
M. EN C. MARCO ANTONIO MORENO IBARRA



MÉXICO, D.F.

JULIO, 2007

Agradecimientos

**Dedicado a mi madre
¡Gracias por todo!**

Un abrazo y especial agradecimiento a M. en C. Miguel Jesús Torres Ruiz, M. en C. Marco Antonio Moreno Ibarra, M. en C. José Giovanni Guzmán Lugo, y M. en C. Rolando Quintero Téllez, por apoyarme durante este ciclo académico.

Up the irons!

Contenido

LISTA DE FIGURAS

IV

LISTA DE TABLAS

6

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.1 MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.1.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TEMPORAL ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.1.1.1 Administración de recursos forestales Error! Bookmark not defined.

1.1.1.2 Administración urbana y regional Error! Bookmark not defined.

1.1.1.3 Investigación y desarrollo Error! Bookmark not defined.

1.1.1.4 Administración de infraestructura Error! Bookmark not defined.

1.1.1.5 Transporte Error! Bookmark not defined.

1.1.2 BASE DE DATOS ESPACIO-TEMPORAL ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.1.3 MODELO ESPACIO-TEMPORAL ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.1.4 CASO DE ESTUDIO ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.3 OBJETIVOS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.3.1 GENERAL ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.3.2 PARTICULARES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.4 HIPOTÉISIS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1.5 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

2.1 INTRODUCCIÓN ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

2.2 RAZONAMIENTO ESPACIO-TEMPORAL Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TEMPORAL ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

- 2.2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TEMPORAL **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 2.2.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LOS SIGT **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 2.2.3 FUNCIONES DE UN SIGT **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 2.3 TIPOS DE TIEMPO Y GRANULARIDAD** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.3.1 TIPOS DE TIEMPO **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.3.2 GRANULARIDAD **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 2.4 MODELOS ESPACIO-TEMPORALES** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.4.1 MODELO BITEMPORAL **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.4.2 CAMBIO BASADO EN IDENTIDADES **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.4.3 MODELO SNAPSHOT **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.4.4 MODELO ORIENTADO A EVENTOS **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.4.5 MODELO ESPACIO-TEMPORAL DE ENTIDAD-RELACIÓN **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 2.5 BASE DE DATOS ESPACIO-TEMPORAL** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.5.1 ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.5.2 INTERVALOS, COMO TIPOS DE DATOS **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.5.3 INCORPORACIÓN DEL TIEMPO AL MODELO RELACIONAL **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.5.4 BASE DE DATOS ORIENTADA A OBJETOS **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 2.5.5 LENGUAJES DE CONSULTA ESPACIO-TEMPORAL **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 2.6 CONCLUSIONES** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA PROPUESTA **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

- 3.1 ABSTRACCIÓN DE LA REALIDAD** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 3.2 DIRECTRICES DEL MODELO ESPACIO-TEMPORAL** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 3.3 DEFINICIONES DEL MODELO ESPACIO-TEMPORAL** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
- 3.4 REGLAS DE COMPORTAMIENTO** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 3.4.1 REGLAS ESPACIO-TEMPORALES **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 3.4.2 REGLAS SEMÁNTICAS **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 3.4.3 REGLAS LÓGICAS **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 3.4.4 OPERADORES ESPACIO-TEMPORALES **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
 - 3.4.4.1 Conceptos **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.4.2 Operadores **Error! Bookmark not defined.**
- 3.5 BASE DE DATOS ESPACIO-TEMPORAL** **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

3.6 CONCLUSIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

CAPÍTULO 4. IMPLANTACIÓN DEL MODELO ERROR! **BOOKMARK NOT DEFINED.**

4.1 DISEÑO DE LA APLICACIÓN ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4.2 ESTANDARIZACIÓN DE DATOS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4.3 CONTROL DE OPERACIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4.4 ADMINISTRACIÓN DE DATOS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4.5 BDET ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4.6 PROCESAMIENTO DE OPERACIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4.7 CONCLUSIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

CAPÍTULO 5. APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

5.1 CASO DE ESTUDIO Y METS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.1 ABSTRACCIÓN DE LA REALIDAD ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.2 ELEMENTOS DE INTERÉS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.3 COMPONENTES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.4 MÉTRICAS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.5 DIRECTRICES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.6 DEFINICIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.7 BDET ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1.8 OPERACIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.2 CONCLUSIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

6.1 CONCLUSIONES ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

6.2 TRABAJO A FUTURO ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

REFERENCIAS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

ANEXO A. DATOS DEL CASO DE ESTUDIO **ERROR!**
BOOKMARK NOT DEFINED.

Lista de Figuras

FIGURA 1. 1 CICLO DE INFORMACIÓN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 2 COMPONENTES DE UN SIG	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 3 FORMATOS DE INFORMACIÓN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 4 ÁREAS DE APLICACIÓN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 5 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TEMPORAL	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 6 BASE DE DATOS ESPACIO-TEMPORAL	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 7 EVOLUCIÓN A LAS BDET	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 8 MODELO ESPACIO-TEMPORAL.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 9 UBICACIÓN DE MANGLARES.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 1. 10 MANGLAR DE QUINTANA ROO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 1 PRISMA ESPACIO-TEMPORAL.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 2 RUTA ESPACIO-TEMPORAL.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 3 DEL RAZONAMIENTO AL SIGT.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 4 ENFOQUES PARA DESCRIBIR UN ENTORNO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 5 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN SIGT	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 6 BDE Y BDET	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 7 TIPOS DE TIEMPO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 8 PARCELA SUBDIVIDIDA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 9 MODELO TOTALMENTE ORDENADO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 10 MODELO TOTALMENTE ORDENADO CON IGUALDAD	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 11 MODELO CON TOLERANCIA.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 12 DOS EXPERIENCIAS DIFERENTES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 13 TIEMPO CÍCLICO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 14 TIEMPO RAMIFICADO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 15 PREDICADOS DE ALLEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 16 RELACIONES ENTRE INTERVALOS CÍCLICOS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 17 MÚLTIPLES GRANULARIDADES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 18 ESTADOS DE IDENTIDAD DE UN OBJETO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 19 OPERACIONES DE CAMBIO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 20 OPERACIONES DE CAMBIO CON DOS OBJETOS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 21 EVOLUCIÓN DE PARCELAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 22 MODELO ORIENTADO A EVENTOS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 23 MODELO DE ENTIDADES.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 2. 24 ST-ER PARA GESTIÓN CATASTRAL	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 3.1 DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA ...	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 3.2 PROCESO DE ABSTRACCIÓN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 3.3 REGLAS SEMÁNTICAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 3.4 BDET	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 3.5 BDA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 3.6 INGRESO DE DATOS BITEMPORALES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 1 ENTORNO DE LA APLICACIÓN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 2 DIAGRAMA GENERAL DE LA APLICACIÓN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 3 ESTANDARIZACIÓN DE DATOS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 4 CONTROL DE OPERACIONES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 5 ADMINISTRACIÓN DE DATOS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 6 COMPONENTES DE BDET	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 7 DIAGRAMA LÓGICO DE BDET	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 4. 8 PROCESAMIENTO DE OPERACIONES.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

FIGURA 5. 1 USOS DE SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO EN T=1996.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5. 2 VISUALIZACIÓN ESPACIAL EN T=1996	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5. 3 VALORES DE LOS COMPONENTES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.4 ÁREA ELEGIDA.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.5 EN EN T_x	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.6 EN EN T_y	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.7 EN EN T_l	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.8 EN EN T_2	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

Lista de Tablas

TABLA 2. 1 FUNCIONES DE SIGT	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 2. 2 EJEMPLO DE GRANULARIDAD.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 3. 1 COMPONENTES.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 3. 2 ESTADO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 3. 3 RELACIÓN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 3. 4 REGLAS LÓGICAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.1 COMPONENTES.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5. 2 ÍNDICE DE FG	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.3 REGLAS SEMÁNTICAS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.4 REGLAS LÓGICAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.5 ÍNDICE DE OPERACIONES.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.6 BDE.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.7 DIFERENCIA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.8 DIFERENCIA TOTAL.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.9 MOMENTO DE CAMBIO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.10 HISTORIA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.11 RELACIONES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.12 EVOLUCIÓN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.13 VERIFICAR	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 5.14 COMPARACIÓN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

Resumen

El objetivo del presente trabajo de tesis es diseñar un modelo espacio-temporal, basado en un análisis espacio-temporal, el cual sirva como base para implantar una aplicación de Sistema de Información Geográfica-Temporal, y su Base de Datos Espacio-Temporal.

Con dicho modelo se realiza un análisis de los elementos que intervienen en un área geográfica específica. Este modelo está compuesto por un conjunto de operadores, reglas semánticas, lógicas y espacio-temporales que se utilizan para describir el comportamiento que reflejan las características topológicas de un conjunto de datos espaciales.

Este modelo cuenta con las directrices de *bitemporalidad*, *linealidad*, *discretización*, *orientado a eventos* y *multigranular*, las cuales se utilizan para definir un área de estudio; estos elementos son la base para el diseño del modelo y base de datos espacio-temporal, con el cual se pueden realizar diversos tipos de análisis sobre un área de estudio en particular, en diferentes tiempos o con base en datos históricos.

Por otra parte, este modelo se diferencia del resto de los modelos disponibles en el estado del arte en que éste trabaja mediante operadores y se utilizan reglas semánticas y lógicas para describir la interacción de los elementos geográficos involucrados en el área de estudio.

La base de datos espacio-temporal tiene una arquitectura dual, ya que colaboran una base de datos espacial, y una base de datos de apoyo. El modelo espacio temporal trabaja con información en formato raster. El caso de estudio es la región de los manglares de Quintana Roo y se utiliza solo un fragmento del *grid* que representa esta área. Cabe señalar que la imagen utilizada ya está clasificada por el Instituto Nacional de Ecología y la información atributiva con respecto a esta área ya ha sido validada.

Como aportación principal de este trabajo, se diseñó un modelo espacio-temporal, el cual puede ser utilizado en alguna herramienta SIG (como ArcView) para llevar a cabo un análisis espacial que involucre la componente *temporal* de un área de estudio.

Abstract

The main goal of this dissertation is to design a spatio-temporal model based on spatio-temporal analysis. The model provides the basis to implement an application of *Temporal Geographic Information System*, as well as its *Spatio-Temporal Database*.

This model is used to make an analysis of the geographic features involved in a specific geographic area. It is composed of a set of operators, semantic, logical and spatio-temporal rules that are used to describe the behavior reflected by the topological characteristics of a set of spatial data.

The model has been designed according to the following characteristics *bitemporality*, *linearity*, *discretization*, *event-oriented* and *multigranularity*, which are used to define a specific area study. These features are the basis to design a model and a spatio-temporal database. The model can make different kinds of analysis about a particular area in different times or considering historical data.

On the other hand, this model presents particular characteristics with respect to other proposals known in the state-of-the-art, such as *semantic* a *logical rules* used them to describe the *interaction* of geographic elements involved into a specific area.

The spatio-temporal database is composed of a *dual* architecture, because a spatial database and support database collaborate to integrate the system. The spatio-temporal model works with raster information. The case study is oriented to a specific region of Quintana Roo, Mexico in which this area is protected to preserve the mangrove swamps. It is important to mention that only a fragment of the image is used, which is represented by a grid. This raster is already classified by the Instituto Nacional de Ecología and the attributive information with respect to this area has been already validated.

The main contribution of this thesis is the design of a spatio-temporal model, which can be used in some commercial GIS (like ArcView) to carry out the spatial analysis that involves the temporal component as an element of the study area.

Capítulo 1. Introducción

El primer capítulo contiene una breve descripción del área de estudio a la que pertenece el presente trabajo de tesis. Se describen los *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*, *Modelos y Bases de Datos Espacio-Temporales (MET y BDET, respectivamente)*, y el caso de estudio utilizado; se plantean los problemas que se desean resolver, la hipótesis que se propone para darles solución, y los objetivos planteados para el desarrollo de la solución propuesta en la hipótesis. Finalmente, se hace una descripción del contenido de los capítulos incluidos en el presente trabajo.

1.1 Motivación y justificación

1.1.1 Sistemas de Información Geográfica Temporal

Los *SIG* son utilizados en diferentes áreas de desarrollo, investigación y planeación. Las siguientes figuras se utilizan para recordar el entorno de estos sistemas, en la figura 1.1 se muestra el ciclo de información de estos sistemas. En la figura 1.2 se aprecian los componentes que lo forman, en la figura 1.3 se observa la capacidad de estos sistemas para trabajar datos en diferentes formatos; y finalmente, en la figura 1.4 se contemplan algunas de las áreas que pueden utilizar estos sistemas.

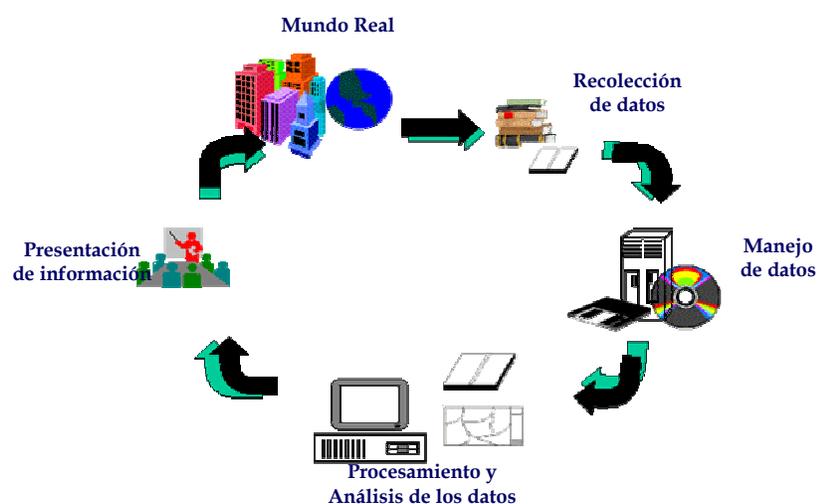


Figura 1. 1 Ciclo de información



Figura 1. 2 Componentes de un SIG



Figura 1. 3 Formatos de información

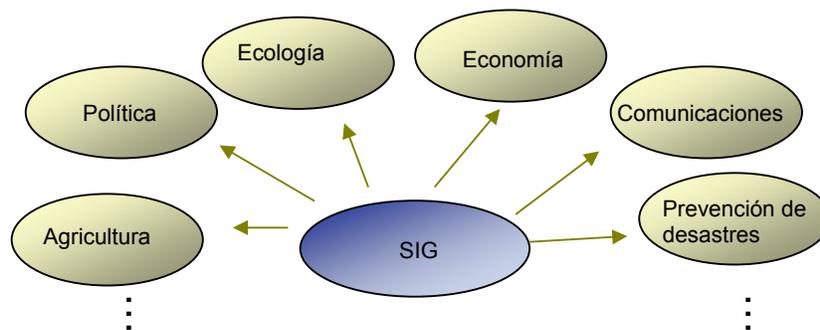


Figura 1. 4 Áreas de aplicación

Los siguientes escenarios son una muestra de la diversidad de situaciones que se pueden encontrar, además de ilustrar las capacidades óptimas que se desea posean los SIG.

1.1.1.1 Administración de recursos forestales

En adición a los datos topográficos, los *SIG* deben almacenar datos históricos del área forestal, el crecimiento (individual o grupal) de los árboles, precipitación pluvial, crecimiento del área forestal, comportamiento de flora y fauna, entre otros; comparar información de diferentes momentos temporales, conocer su desarrollo durante intervalos de tiempo, ayudar en predicciones del comportamiento, y asistir en la toma de decisiones.

1.1.1.2 Administración urbana y regional

Un *SIG* trabaja con información topográfica, hidrológica, socio-histórica, fenómenos climáticos, etc.; por lo tanto, debe tener la capacidad de analizar el comportamiento de todos y cada uno de estos factores, almacenar datos a través de los años, y ser una herramienta de apoyo a las personas que toman decisiones.

1.1.1.3 Investigación y desarrollo

Un *SIG* que ayude en el estudio y desarrollo (económico, ecológico, agropecuario, etc.) de las diversas regiones geográficas, evaluación de ubicaciones para construcciones o negocios, predicciones demográficas, efectos de contaminación, variaciones climáticas, variaciones económicas, uso de suelo, entre otros campos.

1.1.1.4 Administración de infraestructura

Un *SIG* que sea una herramienta de apoyo para personas que administran recursos (incluidos los humanos), el cual ayude en la optimización de tiempos, muestre los avances en las metas fijadas, el estado de la infraestructura, aplicación de mantenimiento en los lugares y momentos necesarios, rotación de personal, planeación de asignaciones, etc.

1.1.1.5 Transporte

Un *SIG* que monitoree el funcionamiento y mantenimiento de vías de transporte, análisis del flujo vehicular y/o accidentes, etc.

Algunos aspectos de los escenarios expuestos son imposibles de manipular por la mayoría de los *SIG* actuales, debido a que son atemporales. Un *SIG atemporal* describe solamente el estado de los datos en un momento específico (los datos históricos se pierden), y no toma en cuenta los procesos que causan el cambio de estado de la información; lo cual dificulta el análisis y comprensión de los modelos dinámicos de nuestro entorno [8]. Por lo tanto, se necesita aumentar las capacidades de análisis, almacenamiento, y manipulación de datos; estos nuevos *SIG* reciben el nombre de *Sistemas de Información Geográfica Temporales (SIGT)*, los cuales no son muy comunes en la actualidad, la figura 1.5 muestra esta relación.

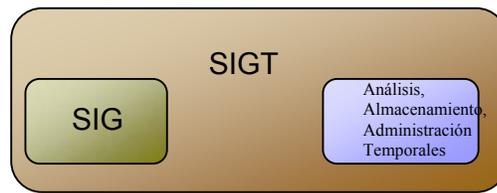


Figura 1.5 Sistema de Información Geográfica Temporal

Un *SIGT* se necesita una estructura que almacene la información con características específicas; lo cual da origen al desarrollo de conceptos y métodos nuevos, esta tecnología se conoce como *Base de Datos Espacio-Temporal (BDET)*, ver figura 1.6.

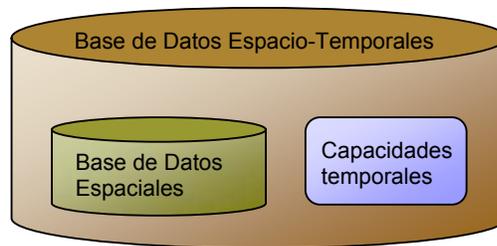


Figura 1.6 Base de Datos Espacio-Temporal

1.1.2 Base de Datos Espacio-Temporal

Las bases de datos que solo manipulan datos atributivos no pueden realizar análisis espacial, motivo por el cual se desarrollaron las *Bases de Datos Espaciales (BDE)*, y como consecuencia de ello, los *SIG*. En la actualidad, la gran mayoría de los *SIG* administran, manipulan y procesan información de objetos geográficos; pero muy pocos interactúan con el concepto *temporal* de estos mismos objetos geográficos. El concepto *temporal* hace referencia a los períodos de tiempo que transcurren en un área geográfica, durante los cuales los objetos geográficos, y las relaciones entre ellos, pueden sufrir alteraciones [16].

Las *BDET* son la continuación del proceso evolutivo de las Bases de Datos, al agregar una dimensión a los objetos que se manejan en las *BDE*, cubriendo las dimensiones de los objetos que se encuentran en la realidad, en la figura 1.7 se muestra esta evolución.

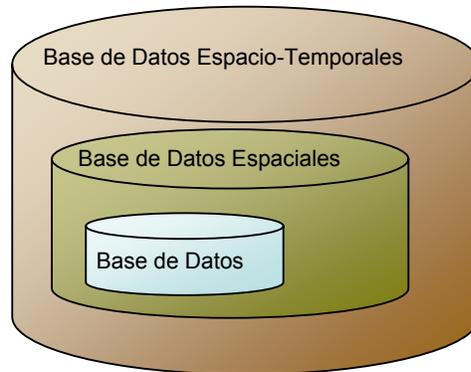


Figura 1. 7 Evolución a las BDET

El diseño de la *BDET* y del *SIGT* se basa en un *Modelo Espacio-Temporal (MET)*; este modelo describe los elementos, características, y comportamiento, que nos interesa analizar.

1.1.3 Modelo Espacio-Temporal

Este modelo es una abstracción del mundo real, el cual incluye las características *geométricas, topológicas, lógicas, temporales, semánticas, y atributivas*, de *objetos geográficos*; así como las *interacciones* que existen entre ellos. La figura 1.8 muestra gráficamente la explicación.

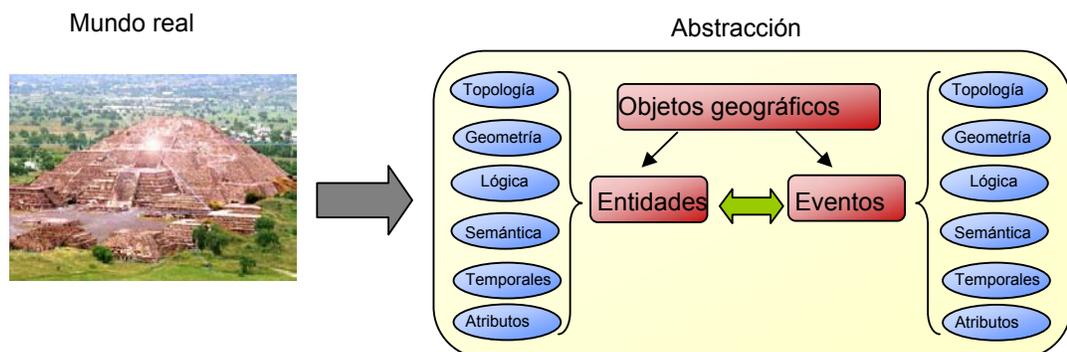


Figura 1. 8 Modelo Espacio-Temporal

Para describir la realidad, el *MET* incluye:

- Reglas de comportamiento de los fenómenos geográficos
- Operadores espacio-temporales

- Reglas lógicas
- Reglas semánticas
- Reglas temporales

Existen conceptos temporales que están presentes en todas y cada una de las etapas de un MET, y este trabajo no es la excepción, estos conceptos son: *tipo de tiempo* y *granularidad temporal*.

Los *tipos de tiempo* son las diferentes abstracciones conceptuales que se forma el hombre al interpretar el tiempo (por ejemplo, el tiempo puede ser discreto, continuo, lineal, cíclico, etc.). Existe la opción de elegir un tipo de tiempo, o la intersección de un conjunto de tipos de tiempo (por ejemplo, puede ser lineal-discreto con múltiples puntos de vista) [14].

La *granularidad temporal* se refiere al menor intervalo de tiempo que manipula el modelo (por ejemplo, días, meses, años, etc.). Existe la opción de elegir una granularidad o trabajar con varias granularidades (por ejemplo, se podría trabajar con días y meses) [14].

1.1.4 Caso de estudio

El ecosistema de los manglares es irremplazable y único, alberga una increíble biodiversidad y se cuenta entre uno de los más productivos del mundo. Los manglares de todo el planeta abarcan tan sólo 16 millones de hectáreas, y en México el estado con mayor cobertura de manglar es Campeche, con 196 mil hectáreas, seguido de Sinaloa que tiene 96 mil hectáreas; la figura 1.9 muestra la ubicación de manglares a nivel nacional [22].



Figura 1. 9 Ubicación de manglares

De los manglares dependen hasta dos terceras partes de las especies de peces que habitan los mares, tan es así, que se estima que entre el 80% y el 90% de todas las especies que se pescan en el Golfo de México dependen del manglar en una o más fases de su ciclo de vida. Los manglares detienen los sedimentos que arrastran los ríos, de no ser contenidos, esos depósitos avanzan hasta el mar, y bloquean la luz del sol, teniendo un efecto devastador sobre los corales al romper el equilibrio establecido entre éstos y las algas.

A este sistema natural llega una amplia variedad de aves, de fauna terrestre y acuática, tanto de agua dulce como salada; algunas especies como el camarón no podrían subsistir sin los manglares, tampoco algunos ecosistemas como los arrecifes de coral y los pastizales marinos, ámbitos fundamentales para la reproducción de gran variedad de especies y sitios de especial atracción turística.

Hasta ahora, más del 50% de los manglares del mundo han desaparecido, históricamente se consideraba que el 75% de la línea costera de los trópicos estaba cubierta por manglar, hoy sólo queda el 25% [23].

La cobertura original del manglar en México ha disminuido considerablemente. Para 1994 se estimó que se había perdido el 65% de este ecosistema, en 1999 se estableció que el manglar ocupaba 660 mil hectáreas del territorio nacional.

Una vez destruidos los manglares, las áreas de la costa se vuelven inestables, las comunidades costeras quedan expuestas a devastadores frentes tormentosos (los cuales han producido la pérdida de miles de vidas humanas en países como Bangladesh e India), la erosión costera se intensifica, aumenta la sedimentación que daña los arrecifes de coral, en resumen, se destruyen hábitats cruciales para la supervivencia de muchas especies [24].

El daño social no es menos importante. La población local que depende de los recursos naturales provenientes del manglar resulta desplazada de sus tierras, lo cual crea conflictos económicos, sociales, y culturales. La destrucción del manglar ha causado marginación y pobreza en comunidades costeras de todo el mundo, que han visto su forma de vida desaparecer.

Las principales amenazas para los manglares son desarrollos turísticos, carreteras, granjas de acuicultura, avance del territorio agropecuario, huracanes, desvío de ríos, introducción de fertilizantes y agroquímicos, incendios, construcción de hidroeléctricas y crecimiento de la mancha urbana.

1.2 Planteamiento del problema

Al momento de visitar las instalaciones del INE se encontraba en activo un proyecto nacional para la conservación de los manglares del país, debido a la relevancia e impacto de dicho proyecto, se consideró óptimo orientar este trabajo de tesis para ayudar a resolver uno de sus varios objetivos. Para ello es necesario contar con información relacionada al área de estudio, debido a la cantidad y calidad de información con la que se contaba en ese momento, se decidió delimitar el área a una entidad federativa del país, encontrando que la información más confiable era la relacionada al Estado de Quintana Roo. Como consecuencia de lo anterior, el caso de estudio se centro en los manglares de Quintana Roo, la figura 1.10 muestra un manglar.

El Instituto Nacional de Ecología (INE) no cuenta con una herramienta que ayude en el análisis del comportamiento de los manglares existentes en el territorio nacional; este comportamiento hace referencia a los cambios en el área geográfica que ocupa cada uno de ellos, mismos que ocurren a través de los años.

Estos cambios ocurren debido a la interacción de los manglares con los ecosistemas que lo rodean, los cuales pueden ser selvas, bosques, ciudades, mar, lagunas, entre otros. Por lo tanto, la herramienta debe contemplarlos y a las interacciones que existen entre ellos, considerando el tiempo.

Tomando en cuenta lo anterior, el problema consiste en desarrollar un modelo que describa los elementos geográficos, y las relaciones entre ellos; y que pueda aplicarse a diversas áreas geográficas en diferentes situaciones posibles, orientado a la prevención de la desaparición de los manglares.

En el momento actual no existe un método general que solucione problemas de este tipo; por lo tanto, es necesario encontrar una metodología que ayude a la descripción y análisis del área de estudio.



Figura 1. 10 Manglar de Quintana Roo

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Obtener un modelo espacio-temporal que describa los elementos geográficos, las relaciones entre ellos, y su estado específico en un instante o intervalo de tiempo. Para desarrollar este modelo se utilizarán herramientas que manipulen las características topológicas, geométricas, atributivas, semánticas, lógicas, y temporales, de dichos elementos. Este modelo será la base para diseñar una herramienta *SIGT*, la cual pretende ayudar en la prevención de la desaparición de los manglares del área de estudio.

1.3.2 Particulares

- Diseñar un modelo espacio-temporal que describa los fenómenos geográficos, y las relaciones entre ellos, tomando como marco de referencia el área geográfica de estudio.
- Diseñar una base de datos espacio-temporal basada en el modelo obtenido en el objetivo anterior.
- Diseñar una aplicación *SIGT* basada en el modelo y base de datos obtenidos.

1.4 Hipotésis

Se propone un *modelo espacio-temporal* que contempla los elementos geográficos del área de estudio, sus interrelaciones y estados posibles. Este modelo desarrolla los aspectos siguientes:

- ***Semántica espacio-temporal.*** Descripción de conceptos que definen a los elementos geográficos y sus relaciones.
- ***Operadores espacio-temporales.*** Algoritmos que actúan en uno o varios elementos geográficos, modificando o verificando sus componentes y/o estado.
- ***Reglas espacio-temporales, lógicas, y semánticas.*** Es el conjunto de reglas que rigen el comportamiento de los elementos geográficos.

Con este modelo se diseñará una base *de datos espacio-temporal*, en la cual se almacene la información del área de estudio para su posterior utilización. Así mismo, se diseñará una herramienta *SIGT* basada en el modelo, y que interactúa con la *base de datos espacio-temporal*.

1.5 Organización de la tesis

La presente tesis se divide en 6 capítulos y un anexo. En el capítulo 2 se describe el estado del arte de los *MET* y las *BDET*, al final se encuentran las conclusiones respecto a los conceptos y metodologías mencionados en este capítulo.

En el capítulo 3 se desarrolla el *MET*, se describen los conceptos, enfoques, y herramientas, utilizados en el *MET*, se cierra el capítulo con conclusiones.

En el capítulo 4 se describe el diseño de la herramienta que implanta el *MET*, las conclusiones están al final del capítulo.

El capítulo 5 se divide en tres secciones, en la primera se aplica la información del caso de estudio al *MET*, en la segunda sección se realiza una comparación del modelo con herramientas comerciales, y las conclusiones se encuentran en la tercera sección.

En el capítulo 6 se puntualizan las conclusiones y trabajo a futuro de esta tesis.

Capítulo 2. Estado del Arte

En este capítulo se describe el estado del arte del presente trabajo de tesis, cabe hacer mención que el número de modelos, diseños, metodologías, enfoques, y puntos de vista, es muy variado y extenso; por lo cual, se incluyen aquellos trabajos que se consideran de mayor relevancia o relación con este trabajo.

Al inicio del capítulo se hace un mención histórica, a continuación se describe la percepción espacio-temporal humana y su implantación en un *SIGT*, así como una descripción de este último. En seguida se mencionan enfoques, conceptos, herramientas, y metodologías, desarrollados en esta área de estudio. Finalmente, están las conclusiones del capítulo.

2.1 Introducción

Los modelos de difusión fueron los primeros en utilizar un acercamiento sistemático para estudiar los efectos de tiempo y espacio, enfocados en actividades humanas. En 1952 Torsten Hägerstrand trabajó en esta área, estudiaba el índice de aceptación de los subsidios a granjas suecas; este trabajo estimuló futuros estudios orientados a diferentes áreas, fenómenos, e ideas. Hägerstrand introdujo el concepto de *Tiempo Geográfico* (1970), un método para estudiar los efectos del tiempo y espacio en las actividades humanas. El *Tiempo Geográfico* es mejor conocido por su diagrama espacio-temporal (figura 2.1), en él se muestra un prisma tridimensional donde se desarrollan las actividades humanas, como se observa, están contenidas dentro de límites físicos; esta limitación del espacio de acción es una opción válida para examinar resultados potenciales. Las técnicas y herramientas del *Tiempo Geográfico* permiten visualizar la información sin fijar tiempo ni localización, aunque ambos son controlados dentro de límites establecidos; es necesario hacer mención que el *Tiempo Geográfico* tiene otro concepto básico, conocido como *Ruta Espacio-Temporal* [19]. Esta ruta describe el comportamiento, y características, de una entidad en el tiempo y el espacio, ver figura 2.2.

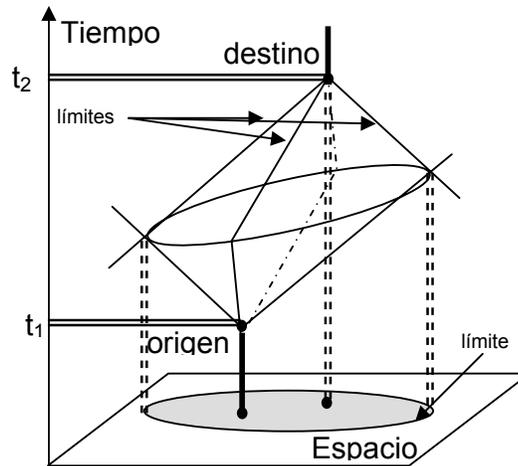


Figura 2. 1 Prisma Espacio-Temporal

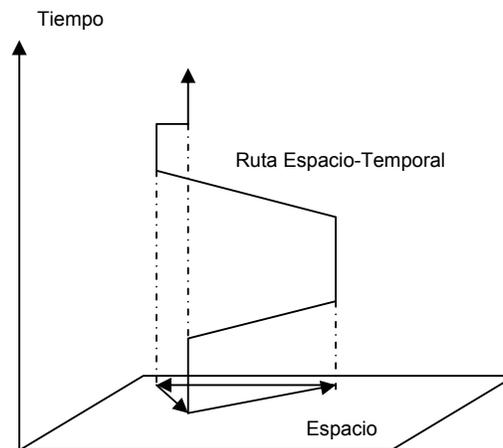


Figura 2. 2 Ruta Espacio-Temporal

En 1979 W. Tobler desarrolló una versión de su modelo continuo, al cual denominó *Geografía Celular*. En 1985 H. Couclelis sugirió el uso de autómatas celulares y la simulación de interacciones espaciales y procesos multi-escala.

En el año 1979 R. J. Bennett, y en 1981 A.D. Cliff y J.K. Ord, aplicaron métodos estadísticos y numéricos para estudiar procesos geográficos, incluyendo autocorrelaciones espacio-temporales, y modelos numéricos. En 1983 R. N. Colwell desarrolló procedimientos para detectar cambios en las áreas, utilizando percepción remota. N. R. Chrisman en 1982, y J. Ross en 1985, son trabajos que ejemplifican la detección de cambios en el uso de suelo utilizando vectores [8].

En 1988, P. A. Burrough discutió la posibilidad de ligar los modelos de procesos espaciales con los SIG. En 1988, T. B. Samsel y C. E. Colten exploraron el uso de información histórica del uso de suelo, para determinar posibles sitios de acumulación

de desechos peligrosos. En 1987, J. A. Fifield describe un modelo para la predicción de uso de suelo basado en el estado actual. En 1989, T. R. Johnson describe sus esfuerzos para unir diferentes bases de datos en una base de datos para un SIG.

En general, el tenor de las aplicaciones es resolver problemas que incluyen cambios en la información; por lo tanto, el tratamiento de los cambios a través del tiempo es esencial.

En 1988 el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), de los EUA, propuso la Iniciativa de Investigación 10: “Relaciones Temporales en Sistemas de Información Geográfica” (iniciativa encabezada por Andrew Frank). Las metas de esta iniciativa fueron las siguientes [6]:

- Entender el modelado del tiempo y como se relaciona con los *SIG*.
- Determinar métodos de inferencia en la lógica temporal y deducir estrategias para sistemas no monotónicos.
- Comparar modelos estáticos con los modelos de cambios incrementales, en diferentes aplicaciones *SIG*.
- Estudiar la arquitectura de un *SIGT*.
- Extender los métodos espaciales para trabajar con múltiples representaciones, las cuales incluyen los aspectos temporales.

Para robustecer esta iniciativa, en 1990 el NCGIA organizó un Taller de “Relaciones Temporales en Sistemas de Información Geográfica” con 17 participantes de Geografía, *SIG*, y Ciencias de la Computación. El mayor logro de este encuentro fue la identificación de dos paradigmas: (1) el tiempo es continuo, y (2) el tiempo es una secuencia de intervalos y cambios causados por eventos. Como consecuencia, NCGIA aprobó en 1991 cambiar el enfoque de la Iniciativa 10 para considerar aspectos cognoscitivos del manejo del tiempo y el espacio, e investigar la interacción entre los modelos formales y el comportamiento humano. Este cambio de enfoque resultó en un nuevo título para la Iniciativa 10, ahora llamada “Razonamiento Espacio-Temporal en SIG”, y tenía un nuevo par de co-líderes Max Egenhofer y Reginald Golledge [8].

En septiembre de 1992 se organizó la conferencia “Teorías y Métodos de Razonamiento Espacio-Temporal en Espacio Geográfico”, en Pisa, Italia; los organizadores fueron Andrew Frank, Irene Campari, y Ubaldo Formentini. En conjunto con la conferencia de Pisa se realizó un Taller de “Razonamiento sobre Espacio y Tiempo Geográfico” en San Miniato, Italia; los organizadores fueron Max Egenhofer, Andrew Frank, y Giorgio Faconti. La meta de estas reuniones era comparar los diferentes métodos y enfoques

usados en el razonamiento espacio-temporal, con el objetivo de establecer un estado del arte e identificar las necesidades de la investigación.

En el período del 8 al 11 de mayo de 1993 se reunieron los especialistas en Lake Arrowhead, CA, EUA; su meta era organizar agendas de investigación, una para el razonamiento espacio-temporal en el espacio geográfico, y otra para los métodos que utiliza este razonamiento, así como sus posteriores implantaciones en un *SIG*. Para enfocar la atención en el aspecto temporal, se le dio un nuevo título a la Iniciativa, “Tiempo en Espacio Geográfico”.

Después de Lake Arrowhead, R. Golledge, M. Egenhofer, S. Friendschuh, y D. Montello, organizaron tres sesiones dentro del Encuentro Anual de Geógrafos Americanos, en la ciudad de San Francisco, EUA, del 27 de marzo al 3 de abril de 1994. Una sesión se enfocó en “Razonamiento Espacial y Temporal en Espacio Geográfico”, y dos sesiones en “Modelación Cognoscitiva del Espacio y Sistemas de Información Geográfica”.

En julio de 1994 se llevó a cabo, en Buffalo, NY, el Primer Verano Internacional en Ciencia Cognoscitiva; en uno de sus cursos, filósofos y expertos en *SIG* examinaron ontologías espacio-temporales, y discutieron el papel de la topología en esta ciencia cognoscitiva [8].

Desde principios de los 90’s se organizan talleres y congresos alrededor del mundo que se dedican al estudio y desarrollo de esta rama científica.

2.2 Razonamiento Espacio-Temporal y Sistema de Información Geográfica Temporal

Las personas utilizan el *razonamiento espacio-temporal* para comprender e inferir información de su entorno, a partir de observar las entidades (aquellos objetos, personas, animales, fenómenos naturales o artificiales, etc.), movimientos, y cambios, que suceden a su alrededor. Esto lo realizamos de forma espontánea y sin darnos cuenta, debido a que nuestro cerebro manipula de esta forma la información que ingresa a través de nuestros sentidos, creando una *conceptualización espacio-tiempo* de nuestro entorno.

Los modelos desarrollados para describir el comportamiento de los elementos que existen dentro de un área, deben acercarse al *razonamiento espacio-temporal* que

realizan las personas; con ello los usuarios de estos modelos asimilan de forma rápida su funcionamiento, la actualización de la información es en el menor tiempo posible, se optimizan recursos, disminuye la cantidad de errores. Esto no es fácil, algunas operaciones que son triviales para las personas son muy difíciles de convertir en modelos formales, así como su subsiguiente implantación en un lenguaje que manipulen las computadoras, ver figura 2.3. Estos modelos reciben el nombre de *Modelos Espacio-Temporales (MET)* [8].

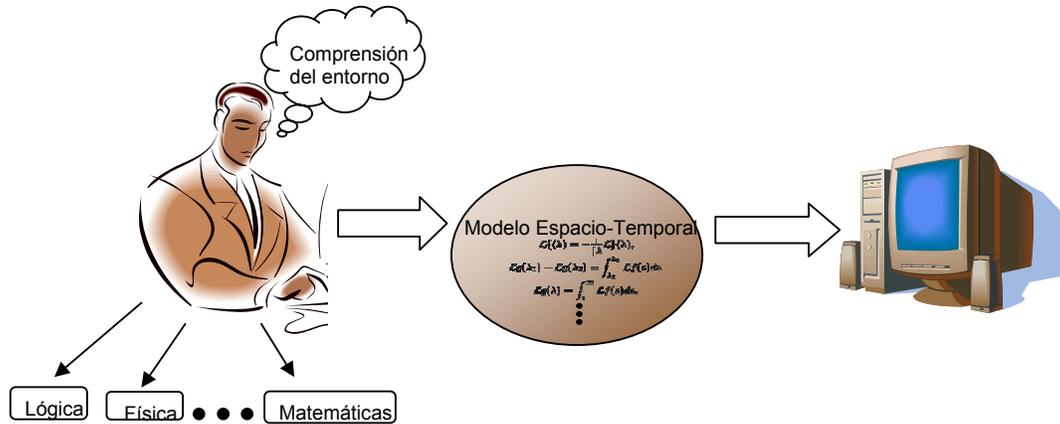


Figura 2. 3 Del razonamiento al SIGT

Existen tres enfoques para analizar el espacio y tiempo geográficos, cada uno pertenece a diferentes disciplinas y utilizan diversos métodos de investigación:

- *Enfoque geográfico*, se orienta al almacenamiento, análisis y representación de elementos geográficos.
- *Enfoque psicológico*, se interesa en una mejor comprensión de la conceptualización que tienen las personas del espacio y tiempo.
- *Enfoque de los científicos de la computación*, desarrollando modelos que describen espacios geográficos, manejo de información, y herramientas computacionales.

Cada uno de estos enfoques aporta importantes conceptos y opiniones sobre el enfoque global con el cual debe ser tratada una situación; por lo tanto, se deben tener en cuenta para alcanzar la mejor solución posible. Lo óptimo es utilizar, de alguna u otra forma, la unión de estos tres enfoques para alcanzar una mejor comprensión del área de estudio, tener una percepción completa del problema, y de sus posibles soluciones. La figura 2.4 ilustra este concepto, en a) se observa el resultado de usar los tres enfoques, b) ilustra el

efecto de excluir alguno de ellos, sus consecuencias van desde la pérdida de información, hasta una comprensión errónea del entorno.

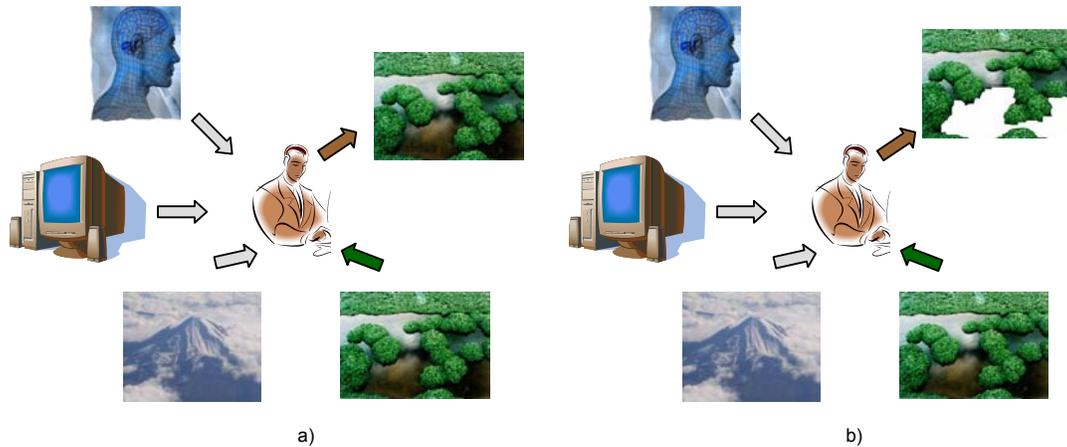


Figura 2. 4 Enfoques para describir un entorno

Un aspecto a considerar es la diversidad de factores culturales, lingüísticos, sociales, educativos, académicos, económicos, semánticos, etc., sin tomar en cuenta la famosa frase “cada cabeza es un mundo”; esto es importante, porque la gente trata el tiempo y el espacio en diferentes términos (cerca, lejos, etc.), lenguajes (español, náhuatl, alemán, etc.), reglas y tiempos gramaticales (pasado, presente, futuro, etc.) [7]. Por ejemplo, para determinada persona, una distancia puede ser grande, pero para otra, la misma distancia puede ser pequeña, lo mismo sucede con los conceptos temporales. Para limitar este mundo de posibles combinaciones se definen conceptos que ayudan en el desarrollo de cada uno de los modelos.

Como ya se ha mencionado, un *MET* manipula *información espacio-temporal*, y tomando en cuenta que los *SIG*, los cuales están basados en modelos espaciales, manipulan información de espacios geográficos, es lógico apoyarnos en ellos para lograr un sistema que también manipule información temporal.

2.2.1 Sistema de Información Geográfica Temporal

Los *SIGT* intentan adicionar la *percepción espacio-temporal* del hombre a los *SIG*, deben registrar los cambios en un área de estudio, almacenar datos históricos, y en ocasiones anticipar posibles escenarios; todo con la finalidad de contestar preguntas similares a éstas:

- ¿Dónde y cuándo ocurrió un cambio?

- ¿Qué cambios han ocurrido?
- ¿Por qué han ocurrido los cambios?
- ¿Cuál es el costo de un cambio?
- ¿Cuál es el comportamiento de un cambio?
- ¿Cuál es el estado de un elemento en el tiempo t ?
- ¿Qué elementos son afectados en el tiempo t ?
- ¿Qué elementos exhiben ciertas características en el tiempo t ?
- ¿Existe un objeto en el tiempo t ?
- ¿Es un objeto, en el tiempo t_2 , igual que en el momento t_1 ?
- ¿Siempre ha existido un objeto?
- ¿Qué cambios son posibles para un objeto?
- ¿Qué cambió?
- ¿Cuál es la magnitud del cambio?

Estas preguntas son algunas de las más comunes [12], pero no son las únicas; existen *SIGT* que se orientan a contestar algunas de estas preguntas, y otros son desarrollados para contestar otras. El *SIGT* que se obtiene depende del tipo de preguntas a las cuales se les desea dar una respuesta; en otras palabras, el *SIGT* depende del *MET* y de la *BDET*, los cuales a su vez dependen del enfoque, conceptos, y métodos, que se han elegido para solucionar un problema; lo anterior se ilustra en la figura 2.5.

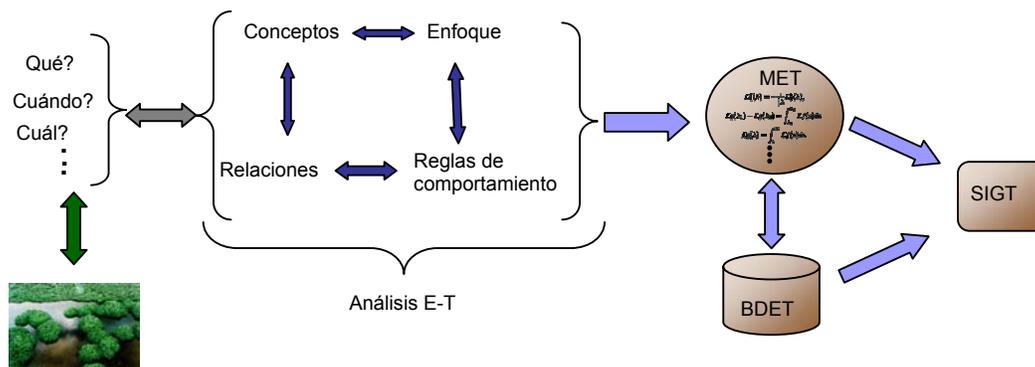


Figura 2. 5 Etapas en el desarrollo de un SIGT

El *SIGT* debe tener acceso a los datos, los cuales deben tener ciertas características y formato; por lo tanto, las *BDE* deben ser modificadas para cumplir con las nuevas necesidades, en a) de la figura 2.6 se observan algunas de las características de las *BDE*, y b) muestra algunas de las características de las *BDET*.



Figura 2. 6 BDE y BDET

2.2.2 Requerimientos técnicos de los SIGT

Existen cinco requerimientos técnicos para el desarrollo de un *SIGT* [14]:

- Modelo conceptual espacio-temporal
- Tratamiento de datos atributivos
- Logística de procesamiento de datos
- Método de acceso a datos espacio-temporales
- Algoritmos eficientes para operar los datos espacio-temporales

El modelo conceptual es la configuración de la información de forma tal que pueda ser representada en la computadora; define entidades, atributos, relaciones, operaciones, y limitaciones, que se deberán cumplir. El tratamiento de datos atributivos puede ser enfocado como si fuera una base de datos relacional. La logística del manejo de los datos incluye control de errores, actualización de los datos almacenados, evitar duplicidad de información, y mantener la integridad de los datos. Un esquema de acceso a los datos espacio-temporales es crítico, debido a que existe la posibilidad que se manejen enormes volúmenes de información, y un acceso lento puede provocar un pobre desempeño del sistema. Los algoritmos que manipulan la información son el equivalente, en instrucciones de computadora, a las operaciones desarrolladas en el modelo.

2.2.3 Funciones de un SIGT

Las funciones fundamentales de un *SIGT* se muestran en la tabla 2.1 [14].

Tabla 2. 1 Funciones de SIGT

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
<i>Inventario</i>	Almacenar una descripción completa del área de estudio, y soportar las actualizaciones del mundo físico, y computacional.
<i>Análisis</i>	Explicar, explotar, o predecir, el comportamiento de los componentes y procesos contenidos en una región.
<i>Actualización</i>	Almacenar la información antigua con la actual.
<i>Control de calidad</i>	Evaluar que los nuevos datos tengan comportamiento lógico y consistente con la información previamente obtenida.
<i>Programar</i>	Identificar o anticipar problemas en la base de datos.
<i>Desplegar</i>	Generar un mapa estático o dinámico, información tabular, o información gráfica.

Inventario

Su objetivo es describir los elementos críticos de un área de estudio en una *BDET*. Se debe incluir el orden, interconexiones, componentes de las entidades, y registrar cambios del mundo físico. Debe tener la capacidad de proveer la historia completa de todos y cada uno de los objetos del área de estudio, la evolución del área a través del tiempo, y el estado de una entidad en un momento determinado.

Análisis

La finalidad es mejorar nuestro conocimiento de las interacciones espacio-temporales del mundo, examinar sus eventos en un contexto geográfico, explicar y/o predecir el estado de los elementos que intervienen en un proceso, y cómo afecta ese proceso a la región. El análisis puede ser estadístico o probabilístico, de acuerdo con sus tendencias, patrones, o divergencias; puede comparar los datos almacenados con modelos teóricos, o desarrollar modelos numéricos que se aproximen a las características de los datos.

Actualización

Ingresar información actualizada sin perder información histórica que existe en la base de datos, a través de métodos óptimos que permitan la co-existencia de los diferentes estados de una entidad.

Control de calidad

Evaluar que los nuevos datos sean lógicamente consistentes con versiones previas y estados anteriores, tener exactitud de posición y de atributos; esto ayuda cuando se desea conocer la historia de un proceso o entidad; no debe existir información errónea, o que carezca de validez o lógica.

Programación

Identificar, y anticipar los posibles problemas o necesidades de la base de datos, existir alertas sobre dichas necesidades, dar mantenimiento preventivo, o procesos que den solución a los mismos.

Visualización

Se refiere a la presentación o formato de los datos de salida del sistema, puede ser a través de la generación de un mapa dinámico o estático, o un resumen tabular, solo por mencionar algunos. Su finalidad es mostrar resultados fáciles de interpretar, exactos, y en el menor tiempo posible.

Las capacidades de estas funciones se encuentran en continuo desarrollo, debido a los avances que se realizan en los diferentes campos que convergen en estos sistemas (computación, *SIG*, semántica, ontologías, web, etc.). También es necesario mencionar que es difícil construir un *SIGT* que cumpla al 100% todas las funciones; en la mayoría de los casos se concentran en alguna(s) de las funciones.

2.3 Tipos de tiempo y granularidad

La experiencia diaria nos enseña que existe un espacio físico en el cual existimos. Las diferencias entre diversas conceptualizaciones no radican en las propiedades físicas (objetivas) del tiempo o del espacio, sino en conceptos que la gente utiliza de acuerdo con sus necesidades. La realidad objetiva es muy compleja, por eso la gente usa abstracciones simplificadas para ayudarse en el razonamiento y comprensión de su entorno; se busca que estas abstracciones sean consistentes con la realidad.

Las diferencias entre modelos reflejan las diferentes conceptualizaciones que tienen las personas al enfrentarse a situaciones reales. Los diferentes enfoques pueden ser caracterizados como álgebras individuales y pueden ser combinadas; con las álgebras y métodos apropiados, es posible hacer una descripción de la realidad [8].

Para los datos temporales la relación más importante es el orden, el cual establece la secuencia de sucesos y provee una mejor comprensión del entorno. Los modelos más utilizados cuentan con un mapeo sobre los números reales o enteros, además usan una tolerancia mínima, a la cual llaman *granularidad*. Una de las características de algunos modelos es su ortogonalidad, ayudando a la combinación de los modelos entre sí.

Tratar el tiempo en términos de calendario es factible, pero no captura la semántica del tiempo y pierde propiedades importantes, la representación del razonamiento temporal debe estar conceptualmente estructurada.

El modelado del tiempo está ligado a los modelos usados en estructuras espaciales, pero no son iguales, existen similitudes en los métodos usados para expresar hechos temporales y espaciales. Un ejemplo, se presenta la siguiente escena: la persona *A* le pregunta a la persona *B* “¿Qué tan lejos está el lugar *1* del lugar *2*?”, la persona *B* puede usar dos respuestas, “son dos días de camino” (respuesta en términos de tiempo), o “son tres montes de distancia” (respuesta en términos de espacio).

2.3.1 Tipos de tiempo

Los diferentes *tipos de tiempo* describen la visualización que tienen las personas de la realidad, y a partir de éstos se desarrollan modelos más complejos y completos. Una subdivisión de los modelos se basa en objetos temporales denominados *eventos*, los cuales son puntos abstractos de tiempo; una segunda subdivisión resulta de la interpretación de los procesos que llegan en una línea de tiempo que se extiende desde el pasado hasta el futuro o con un patrón cíclico. Una tercera subdivisión depende de la escala utilizada para observar la secuencia temporal de los eventos.

Un cuarto enfoque consiste en observar todos los eventos desde un punto de vista, y decidir cuando todos son ordenados (orden total), cuando existen secuencias de eventos que no son completamente ordenados (orden parcial), o la existencia de variantes que describen un posible estado en una situación futura (ramificación) [8]. Estas subdivisiones se muestran en la figura 2.7.

		Totalmente ordenado	Parcialmente ordenado	Ramificación	Múltiple perspectiva
Lineal	Discreto	Experiencia sencilla	Experiencia múltiple	Tiempo ramificado	Tiempo con perspectivas múltiples
	Continuo	Tiempo continuo			
Cíclico	Discreto	Tiempo cíclico			
	Continuo				

Figura 2. 7 Tipos de tiempo

Tiempo discreto

Muchos modelos de tiempo asumen los puntos temporales como objetos básicos para describir el momento del acontecimiento de un suceso, no tienen duración, y pueden causar problemas lógicos. El mapeo de tiempo con los números enteros, incluye el tratamiento de la información temporal en un SIG, pero quizá no con la precisión y detalle necesarios. Por ejemplo, de la parcela mostrada en la figura 2.8 se puede deducir que los límites “e” y “f” fueron creados antes que el “h”, pero no se puede saber nada acerca de lo sucedido o cuanto tiempo a pasado, de la primera subdivisión a la última.

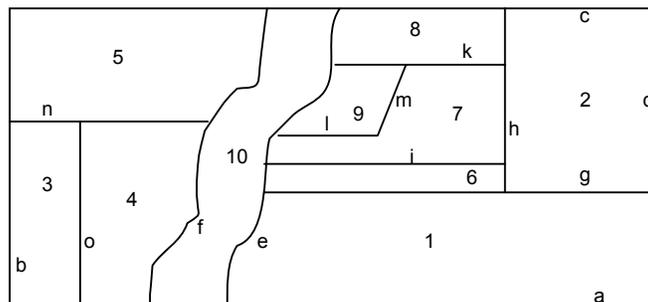


Figura 2. 8 Parcela subdividida

Experiencia sencilla: modelos totalmente ordenados.

Los eventos suceden uno después de otro, la figura 2.9 muestra este concepto. Desarrollando una ruta a partir de la secuencia de eventos, solo hay dos posibles relaciones entre los eventos A y B: A antes de B, y B después de A, todos los puntos son ordenados en una línea secuencial.



Figura 2. 9 Modelo totalmente ordenado

Tiempo con igualdad estricta

El modelo previo se combina con la relación “al mismo tiempo”, dos eventos pueden suceder exactamente al mismo tiempo (figura 2.10), este modelo es una extensión de los modelos ordenados.

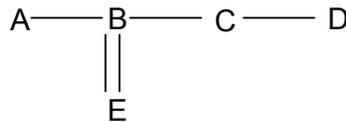


Figura 2. 10 Modelo totalmente ordenado con igualdad

Igualdad con tolerancia (semiordenado)

La igualdad con tolerancia (semiordenado) se implanta cuando un evento E sucede cerca de un evento B y cerca de un evento C, lo suficiente para ser diferenciado (figura 2.11). En este modelo se indica que ocurren dos eventos al mismo tiempo, pero tomando en cuenta una tolerancia, la cual depende de la resolución e intereses del sistema de observación; por lo cual, se puede decir que B sucede al mismo tiempo que E, y también se puede decir que C sucede al mismo tiempo que E.

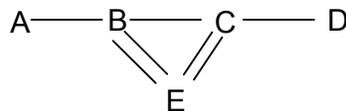


Figura 2. 11 Modelo con tolerancia

Experiencias múltiples (parcialmente ordenado)

Cuando los eventos suceden para varios observadores, su orden relativo puede no ser conocido; para algunos un evento sucede antes que otro, pero algún observador puede reportar un orden diferente. Cuando los observadores aprecian rutas diferentes, cada ruta tiene su orden establecido, pero tal vez se desconozca el orden de los eventos al comparar las rutas (figura 2.12).

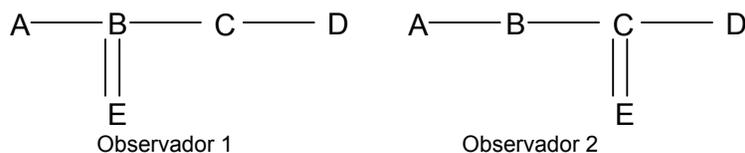


Figura 2. 12 Dos experiencias diferentes

Combinación de modelos ordenados temporalmente

Existe una cantidad significativa de modelos que consideran puntos temporales y las relaciones de orden entre ellos, las diferencias entre ellos son pequeñas, pero significativas al momento de enfocarlos a situaciones prácticas; estas diferencias se hacen más relevantes en los SIG. En general, estos modelos pueden ser combinados, pero los detalles de esas combinaciones no se pueden describir sin un marco referencial.

Intervalos de tiempo

Tiempo continuo

Un modelo continuo relaciona la medición del tiempo con los números reales, el tiempo es visualizado como una corriente de flujo continua. En este modelo se tiene un orden total.

Tiempo cíclico

Algunos procesos son cíclicos, ya sea en espacio o tiempo, o en ambos; ejemplo de ello son los movimientos astronómicos, algunos procesos naturales (migración de aves, mareas, etc.), solo por mencionar algunos. En estos casos el orden de los eventos no tiene mucho sentido, cualquier punto temporal sucede antes y después que cualquier otro punto, la figura 2.13 muestra un ejemplo de ello. Sin embargo, existen otras relaciones como “inmediatamente antes” o “inmediatamente después”.

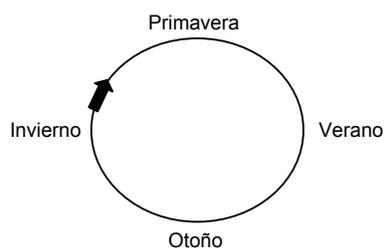


Figura 2. 13 Tiempo cíclico

Ramificación del tiempo (futuro, pasado)

Es un modelo que usa diferentes escenarios, en los cuales las acciones son previstas con múltiples alternativas, los mismos eventos pueden ocurrir en diferentes ramificaciones (escenarios), pero tener comportamientos diferentes (figura 2.14). La ramificación del

tiempo no se usa solamente para la planeación de acciones futuras, también puede ser aplicado para analizar posibles secuencias que provocaron situaciones actuales.

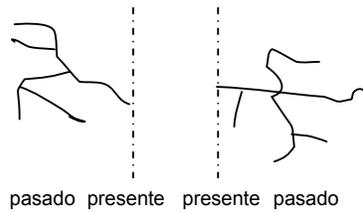


Figura 2. 14 Tiempo ramificado

Tiempo con múltiple perspectivas

Los modelos temporales no pueden sincronizarse totalmente con la realidad, existe un retraso temporal entre un evento en el mundo real y su incorporación en un sistema de información; por lo tanto, es importante guardar el momento en el cual un evento sucede, y el momento en el cual es ingresado al sistema. Estas dos perspectivas reciben los nombres de *tiempo válido* y *tiempo de transacción*, respectivamente. Con esto se tiene la capacidad de conocer el momento en el cual sucede un evento y el momento de almacenamiento de esa información.

Razonamiento temporal (intervalos)

En los modelos temporales ordenados, las relaciones entre eventos definen intervalos; por ejemplo, la relación “A antes de B”, define un intervalo de inicia en A y termina en B. En 1985 J. Allen y P. Hayes definieron trece relaciones entre intervalos, las cuales son usualmente utilizadas (figura 2.15) [16].

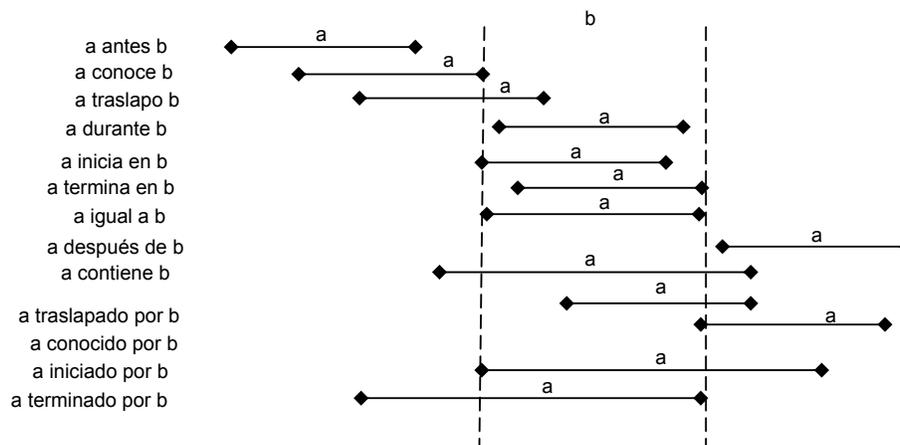


Figura 2. 15 Predicados de Allen

En los modelos cíclicos, el intervalo de cualesquiera dos puntos se define con las relaciones mostradas en la figura 2.16.

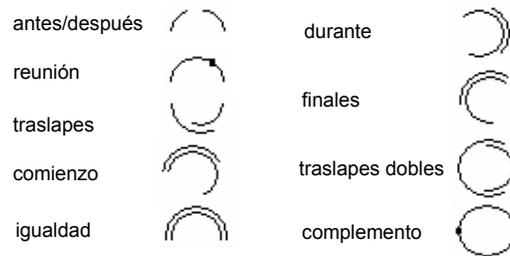


Figura 2. 16 Relaciones entre intervalos cíclicos

2.3.2 Granularidad

La *granularidad* es la mínima unidad que se utiliza para realizar mediciones temporales [8]; por ejemplo, días, horas, milisegundos, décadas, etc. Si tenemos un sistema con *granularidad* en días, y dos eventos suceden el mismo día, se considera que suceden en el mismo instante temporal, aunque exista una diferencia de horas entre uno y otro; si la *granularidad* fuese de horas, los eventos sucederían en momentos temporales diferentes. Para elegir un adecuada *granularidad* se deben tener en cuenta diferentes variables: el contexto donde se desarrolla el modelo, el caso de estudio, el grado de resolución, entre otros.

Existen modelos que manejan diferentes granularidades, y son llamados *multi-granulares*, en la figura 2.17 se muestra un ejemplo con *granularidades* de día, horas y minutos. El trabajar con *multi-granularidad* plantea diversos problemas [13]:

- Determinar qué *granularidad* tiene mayor prioridad.
- Para algunos eventos puede ser mejor determinada *granularidad*, pero para otros es mejor interactuar con una granularidad diferente.
- Decidir qué *granularidad* debe alterarse para ser manipulada como si fuese una *granularidad* diferente, en el caso de realizar mediciones de eventos con diferentes *granularidades*.

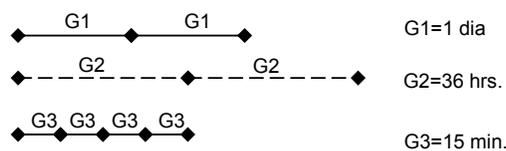


Figura 2. 17 Múltiples granularidades

Existen *granularidades* pequeñas y grandes, las pequeñas son llamadas *granularidades finas*, las segundas son conocidas como *granularidades gruesas*, en el ejemplo de la figura 2.17, G3 es una *granularidad fina* y G2 es la *granularidad más gruesa*.

2.4 Modelos Espacio-Temporales

Los *modelos espacio-temporales (MET)* deben manipular el dominio espacial y el temporal. En el dominio espacial, la representación de los datos tiene dos aproximaciones, la primera es la representación *raster*, su utilización plantea problemas de eficiencia tanto temporal como de almacenamiento, puesto que se necesita una gran cantidad de tiempo para procesar grandes volúmenes de información, sobre todo al trabajar con objetos de cierta resolución; ejemplo de esta representación son imágenes de satélite y la fotografía aérea. La segunda emplea la representación *vectorial*, soluciona los problemas de la representación *raster*, pero la complejidad de implantación es mucho mayor; ejemplo de esta representación son las capas vectoriales basadas en puntos, líneas y polígonos [4].

En el caso del dominio temporal se debe considerar como se agrega la información al modelo. Existen dos conceptos básicos, *tiempo de validez (tv)* y *tiempo de transacción (tt)*. El primero de ellos expresa el tiempo durante el cual una proposición, o condición, es verdadera en la realidad; mientras *tt* indica el tiempo durante el cual una proposición, o condición, es verdadera en la base de datos. El primero de ellos puede ser actualizado para reflejar un cambio en la proposición; en cambio, el segundo puede ser únicamente modificado por el sistema gestor de la base de datos, esto se realiza cuando se lleva a cabo un cambio en la información de la base de datos. La forma en que estos conceptos son contemplados define diferencias entre los modelos.

Un *MET* se caracteriza por tratar objetos cuya geometría, posición, o atributos, cambian a lo largo del tiempo, para ello utilizan los conceptos *movimiento* y *cambio*. Mediante el *movimiento* se reflejan las alteraciones en la posición espacio-temporal, un sistema de control de tráfico es buen ejemplo. El *cambio* monitorea la transformación que sufre un objeto, ejemplo de ello es un sistema catastral.

Los modelos que se mencionan a continuación representan diferentes enfoques, para solucionar diferentes situaciones, de ninguna manera es una lista completa o exhaustiva,

su finalidad es dar muestra de las capacidades de algunos modelos desarrollados. Explican la percepción y teorías que tuvo cada uno de sus autores para dar solución a problemas específicos, de acuerdo con cierta cantidad y calidad de información que cada cual tuvo a su disposición.

2.4.1 Modelo bitemporal

M. F. Worboys ha propuesto un modelo en el que se unifica la información espacial y temporal, se propone la introducción del *objeto espacio-temporal* que tiene un elemento espacial y otro *bitemporal* (*BTE*). Su representación consiste en etiquetar cada uno de los componentes de objetos espaciales simples con *BTE's*, estos objetos espaciales simples son las unidades de representación espacial mínimas, denominadas *simplex* (puntos, líneas y polígonos), que representa el modelo. El elemento *bitemporal* es definido como la unión de un conjunto finito de productos cartesianos de intervalos, representando en una dimensión el tt y en otra el tv , con ambos elementos se forma un par ordenado, denominado *ST-simplex*. La estructura que representa la configuración espacial referenciada bitemporalmente es un *ST-complex*, que está formado por un conjunto de *ST-simplex* con diferentes restricciones [21].

Sobre estos conjuntos *ST-complex* se realizan consultas sobre la evolución de la información. Una cuestión a considerar es el nivel de referencia temporal:

- Una primera opción sería incluir la marca temporal sobre el objeto geométrico completo, limitando con ello la expresividad de las propiedades temporales del objeto a lo largo de su vida.
- La segunda opción sería incluirla sobre los objetos espaciales primitivos (puntos, líneas y polígonos), aunque se traduzca en una mayor carga de almacenamiento.
- La tercera opción es fundir tiempo y espacio al nivel de punto, y propagar después esta unión.

Worboys introduce esa marca temporal al nivel de los objetos primitivos con objeto de simplificar el modelo.

2.4.2 Cambio basado en identidades

Es un modelo basado en la descripción explícita de los cambios de estado para identificar objetos. La *identidad* es diferente a las propiedades, valores, o estructura de los objetos, es una característica única que distingue un objeto de otro. Basado en un conjunto pequeño de primitivas y en un conjunto de operaciones, ambos relacionados

con los estados de la *identidad* de los objetos [15], se modela la *semántica* asociada con cambios. Estas operaciones son básicas para los tipos de cambios experimentados por los fenómenos geográficos [1].

El estado de la *identidad* de un objeto representa su estado en el mundo real, la figura 2.18 muestra los estados de identidad que puede tener un objeto, en a) se muestra la existencia de un objeto, en b) se observa la no existencia de un objeto y que no tiene historia, y c) es un objeto no existente con historia.

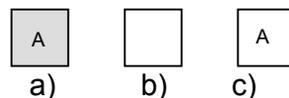


Figura 2. 18 Estados de identidad de un objeto

En la figura 2.19 se observa la combinación de las cuatro primitivas, resultando en las operaciones de cambio [12]: a) continuación de la no existencia sin historia, b) creación, c) memoria, d) destruir, e) continúa la existencia, f) eliminación, g) olvidar, h) reencarnación, e i) continúa la no existencia con historia.

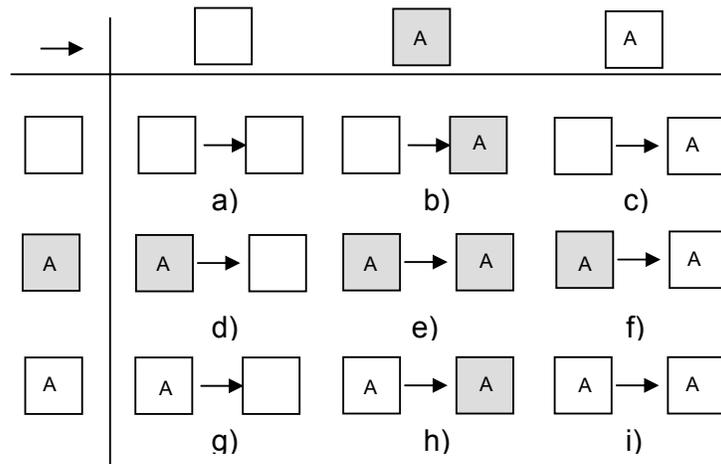


Figura 2. 19 Operaciones de cambio

Existen operaciones de cambio que incluyen dos objetos, esto significa que un objeto causa un impacto en el cambio de identidad del otro objeto; esto no significa que un objeto se convierta en otro, la figura 2.20 a) ilustra su representación utilizando una flecha diagonal, en b) muestra una combinación de objetos inválida, esto se debe a que los objetos existen antes y después de la transición (no existe el cambio).

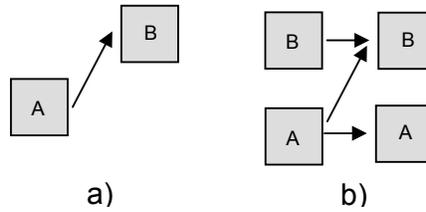


Figura 2. 20 Operaciones de cambio con dos objetos

2.4.3 Modelo snapshot

G. Langran presenta una de las aproximaciones más simples, en ella la dimensión temporal está basada en un modelo discreto y lineal del tiempo, empleando una estructura *raster* para registrar la información espacial. El dominio temporal se incorpora en el modelo mediante el *tv* con diferentes granularidades. La información espacial se incorpora mediante un conjunto de capas, cada una de ellas representa una colección de información con validez homogénea [2]; es decir, toda la información que se encuentra en una capa es válida durante el mismo intervalo temporal. La información temporal se incorpora como una marca temporal sobre cada una de esas capas, se considera un atributo de la información espacial. La figura 2.21 muestra un ejemplo de este modelo, cada una de las imágenes para los instantes 1990, 1995 y 2000 representan una capa de información espacial, en la que se muestran las parcelas P₁, ..., P₄, cada una de las capas recoge la información en el momento en que se produce un cambio, no de acuerdo con unos intervalos determinados.

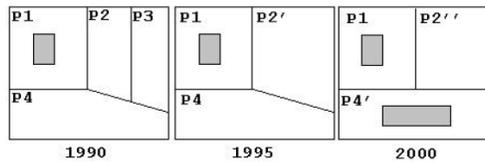


Figura 2. 21 Evolución de parcelas

En la figura 2.21 se presenta el modelo más sencillo para representar la *información espacio-temporal*, pero tiene limitaciones en las consultas relacionadas con la *evolución temporal* [14]. Esto se debe a que no existe ninguna relación entre las diferentes capas, en su lugar, cada capa recoge la información válida en un momento determinado para detectar si las capas han evolucionado, exige una comparación exhaustiva de las mismas.

El modelo ofrece serias deficiencias en el almacenamiento, para cada uno de los cambios que sufre cualquiera de sus componentes, se recoge toda la información de la capa, tanto aquella que ha sufrido una evolución, como la que no ha sufrido cambios; esto provoca un problema de duplicidad de la información, en la mayoría de los casos

el porcentaje de información que cambia es pequeño comparado con el porcentaje que no lo hace. Otras desventajas de este modelo, es que solo ofrece la posibilidad de registrar el *tv*, y es prácticamente inviable su utilización para detectar *movimiento*, debido a la gran cantidad de *snapshot* que tendría que almacenar.

2.4.4 Modelo orientado a eventos

Un modelo de datos orientado a *eventos* se caracteriza por representar los cambios más que las entidades, de manera que los diferentes estados por los que ha pasado una entidad pueden ser recuperados rastreando los cambios hasta alcanzar el instante deseado.

La base de datos utilizada contiene exclusivamente *tt*; por lo cual, se tiene la información de estados anteriores de la base de datos, pero no permiten conocer durante que intervalo de tiempo ha permanecido como verdadera determinada información. Dado que se utiliza el *tt* para marcar la entrada de la entidad a la base de datos, cuando la entidad espacial sufre una modificación, una nueva versión es introducida; solo se registra aquella entidad que ha sufrido cambios. De esta forma, se refleja la evolución de las entidades, puesto que los cambios son almacenados como diferencias entre las versiones [20].

Este modelo emplea una estructura *raster* para registrar la información espacial y se presentan dos alternativas para registrar los cambios en las entidades, una de ellas es almacenar únicamente los cambios, con relación a un estado previo; o bien, si los cambios son muy elevados, se registraría una instantánea del área completa. En la figura 2.22 se aprecia una capa inicial, y por cada cambio se incorpora un *evento* al que se le asocia una marca temporal y diferentes punteros a cada una de las componentes espaciales que reflejan la nueva versión. Estos *eventos* se asocian mediante una lista, quedando ordenados según la secuencia temporal en la que sucedieron, permitiendo así consultar la información de acuerdo con esa secuencia de cambios [16].

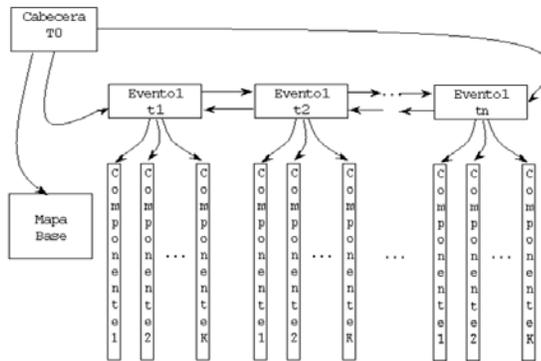


Figura 2. 22 Modelo orientado a eventos

Para el ejemplo de la figura 2.21, se incorporaría una imagen inicial referida al año 1990, y para cada uno de los cambios que van ocurriendo en los diferentes años, se incorporaría un nuevo evento en el que se registraría el año (1995, 2000) y los punteros a los nuevos componentes que han aparecido. Los estados de estas parcelas sólo pueden ser obtenidos mediante el seguimiento de estos cambios.

Mediante este modelo se pueden realizar tanto consultas temporales como espaciales, pero sufre carencias para seguir la historia de las diferentes entidades y de sus localizaciones. Este modelo es apropiado para consultas sobre la evolución de un área, podemos seguir los eventos para estudiar los cambios producidos a lo largo del tiempo, soluciona el problema de redundancia de la información y reduce al mínimo la duplicación de información. Una desventaja es su falta de capacidad para observar el *movimiento*.

2.4.5 Modelo Espacio-Temporal de Entidad-Relación

N. Tryfona ha definido un *MET* que contempla el diseño de *aplicaciones espacio-temporales*, mediante la extensión del *modelo entidad-relación* y que es conocido como *ST-ER* [16]. Define un modelo para ser usado en la fase de diseño conceptual de cualquier *aplicación espacio-temporal*, previa a la fase de implantación, puede ser usado para:

- Definir los objetos, atributos y relaciones del dominio de aplicación.
- Expresar las vistas de usuario y las consultas al entorno de la base de datos.

Los objetos son un conjunto de atributos o instancias de una determinada clase, y su comportamiento se define por un conjunto de métodos. Para todo objeto en el mundo real, su posición queda definida en función de su localización, forma, tamaño y

orientación. La localización emplea el espacio euclidiano, la forma se representa con tipos geométricos, 0-dimensionales (puntos), 1-dimensionales (líneas), y 2-dimensionales (regiones). De esta manera las posiciones son definidas como se observa en la figura 2.23.

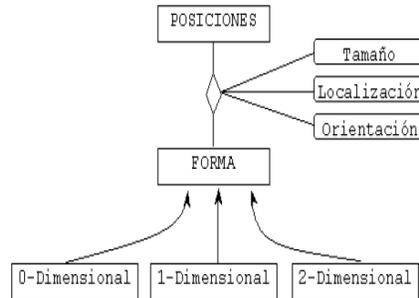


Figura 2. 23 Modelo de entidades

La dimensión temporal del modelo es lineal, absoluta y discreta, reflejando tanto el tv como el t , a cualquier objeto, atributo y relación. El objeto geométrico es únicamente definido por su posición, por lo que si ésta sufre una modificación, el objeto cambia.

En la figura 2.24 se modela un ejemplo de gestión catastral empleando *ST-ER*, la parcela puede tener asociadas diferentes posiciones a lo largo del tiempo, pero el tv es aplicado sobre el objeto parcela como un atributo de ésta, no aparece en este caso el tt , por no considerarse necesario en el sistema, pero podría ser incluido. Este modelo se desarrolló enfocado a *SIG*, en particular a la gestión catastral sin un número elevado de alteraciones. En el modelo no se incluyen referencias acerca de la granularidad del dominio espacial, no se realizan consultas sobre el modelo generado, ni operaciones más allá de las que proporciona el modelo relacional.

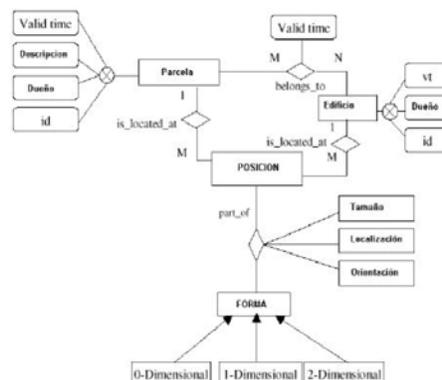


Figura 2. 24 ST-ER para gestión catastral

2.5 Base de Datos Espacio-Temporal

El modelo de base de datos sobre el que se realiza la extensión espacio-temporal también se contempla en el *MET*. Las bases de datos tradicionales y las bases de datos espaciales, representan una visión de la información del mundo real y esta información tiene validez durante un instante de tiempo determinado; si esta realidad se ve alterada en algún momento, el sistema gestor de base de datos (DBMS) ha de reflejar este cambio mediante actualizaciones en la base de datos. Esta forma de manipular las modificaciones provoca que el estado previo de la información se pierda. Este tipo de base de datos se conoce como *base de datos snapshot*, debido a que ofrecen una fotografía de la realidad en un momento concreto. La gestión de datos se realiza de esta forma debido a las capacidades de almacenamiento, o a las carencias del modelo de datos que no permiten captar la evolución de la información. Las *bases de datos espacio-temporales (BDET)* se caracterizan por incorporar aspectos temporales en el modelo de datos.

Las *BDET* son un área de investigación activa durante los últimos años, tanto en temas relativos a los modelos de datos, lenguajes, indexación, e implantación. En el marco del modelo relacional, la aparición de una extensión temporal del SQL-92 (*TSQL2*), es un ejemplo del trabajo que se ha realizado.

Existen dos alternativas a considerar por las *BDET*, la primera de ellas las definen dentro de un dominio discreto; es decir, mapeado al conjunto de los enteros, cualquier primitiva temporal tiene un único sucesor y predecesor. La segunda alternativa, define el dominio temporal como un dominio continuo, mapeado al conjunto de los números reales, esta alternativa implica que entre cualesquiera dos primitivas temporales existe otra primitiva temporal [16].

La definición de un dominio temporal discreto supone ventajas, es menos complicado modelar sucesos con una duración determinada, y su implantación es más sencilla, pero presenta dificultades para modelar determinados sucesos en el campo de la física o la matemática.

2.5.1 Algunos conceptos básicos

Una *BDET* es aquella que contiene datos históricos, datos actuales, y refleja la validez temporal de la información. Un ejemplo podría darse al manipular información temporal

referente a la propiedad de una parcela, podemos encontrar diferentes alternativas para registrar esa información:

1. La parcela α fue adquirida por β , el 1 de Enero de 2006
2. La parcela α ha pertenecido a β , desde el 1 de Enero de 2006 hasta la fecha

Cada una de las sentencias anteriores proporciona una interpretación diferente sobre el estado de propiedad de la parcela α , la primera informa que la parcela pasó a ser propiedad de β , no proporciona información sobre si la parcela pertenece o no en la actualidad a β , solo indica un instante temporal; en la segunda, se indica el período durante el cual la parcela ha pertenecido a β . En ambas, los datos tienen una referencia temporal, introducida mediante la fecha "1 de Enero de 2006", que recibe el nombre de *timestamp*, que marca en ambos casos un instante temporal. El *timestamp* permite incluir una marca temporal sobre un momento de validez de la información, puede estar asociado a cualquier número de eventos o de intervalos a lo largo del tiempo.

Existen dos conceptos claves en el campo de las *BDET*, *tiempo de validez* (*tv*) y *tiempo de transacción* (*tt*). El primero de ellos expresa el tiempo durante el cual una proposición es cierta, según el caso anterior, "desde el 1 de Enero de 2006 hasta hoy"; mientras *tt* indica el tiempo en que una proposición aparece reflejada en la base de datos como cierta, es el momento en que incorporamos esa información a la base de datos. El primero de ellos puede ser actualizado por el usuario para reflejar un cambio, y el segundo solo puede ser modificado por el DBMS, cualquier cambio que se realice quedaría reflejado con un nuevo *tt*, que marcaría el momento en que hizo la modificación. Estos tiempos no deben confundirse con el tiempo de usuario, el cual representa el empleo de un tipo de datos estándar (*date*).

R. Snodgrass clasifica las bases de datos en *estáticas*, *históricas*, *rollback* o *bitemporales*, dependiendo del manejo que hagan de los conceptos descritos en el párrafo anterior. Las bases de datos *estáticas* no contemplan *tv* ni *tt*, no almacenan ninguna de estas referencias temporales. Las bases de datos *históricas* contemplan únicamente el *tv*, almacenan la información que conocemos como válida, tanto presente, pasada o futura, pero el momento en que los cambios afectan la información no quedan almacenados. Las bases de datos *rollback* contienen exclusivamente *tt*, nos permiten devolver la base de datos a un estado anterior, pero no permiten conocer el tiempo que ha permanecido válida la información. Por último, las *bitemporales* soportan *tt* y *tv*, ofreciendo una visión más precisa de la evolución que ha sufrido la información [16].

En la tabla 2.2 se muestra un ejemplo de parcelas, se han incluido los años de comienzo y fin, en los cuales la parcela es propiedad de un propietario; pero, ¿qué ocurriría al tratar de realizar una consulta para conocer quién fue propietario de la parcela α_1 el 2 de Enero de 1996?

Tabla 2. 2 Ejemplo de granularidad

Propietario	Parcela	Desde	Hasta
β_1	α_1	1990	1998
β_2	α_1	1999	2000
β_3	α_2	1980	1982
β_4	α_2	1983	1984

La *granularidad* que tienen es diferente, la pregunta se refiere a días y la tabla 2.2 contiene información en años, si no contempláramos este hecho, daría como resultado un error, dado que el procesador de consultas consideraría que son tipos incomparables entre sí. Varias soluciones han sido propuestas para las operaciones de este tipo, en todas ellas se trata de realizar la normalización de las diferentes granularidades, el problema radica en cuál de ellas es la más idónea: la *granularidad fina*, día, o la *gruesa*, año.

2.5.2 Intervalos, como tipos de datos

La tabla 2.2 almacena el tiempo de propiedad de una parcela, incorporando dos atributos (desde y hasta), esta solución supone diferentes problemas para el usuario de la base de datos, declarar los atributos, realizar control de la integridad, evitar estados no válidos, ausencia de operaciones específicas, entre otras. La conjunción de estos factores motivó la aparición de los *intervalos*, el empleo de este tipo de datos supone consultas más sencillas.

Su definición consiste de un punto de inicio, otro de fin, y un tipo de dato (enteros, fechas, etc.) sobre el que se construye el intervalo, el tipo de datos debe tener una relación de orden total, la cual permita establecer una relación de precedencia entre los elementos que lo componen. Junto con la definición de intervalos encontramos una serie de predicados conocidos como predicados de Allen, que definen 13 relaciones entre dos intervalos y permiten la manipulación de datos temporales [16], ver figura 2.15.

2.5.3 Incorporación del tiempo al modelo relacional

El modelo relacional presenta dos alternativas para incluir referencias temporales, la primera contempla la inclusión del *tv* y/o *tt* a nivel de registro; es decir, se indica que el *tv* de un registro viene determinado por un atributo temporal. La segunda alternativa recoge la información temporal a nivel de atributo, tanto el valor de *timestamp*, como la característica a la que éste hace referencia, se almacenan de forma anidada en un mismo atributo; al englobar en un mismo atributo la información temporal (*tt* y/o *tv*) se disminuye la redundancia de la información, sin embargo, esto no evita las anomalías de actualización debidas a los valores anidados, por lo tanto, se trata de un modelo que no cumple la primera forma normal.

2.5.4 Base de Datos orientada a objetos

Las características (herencia, encapsulamiento, etc.) de la orientación a objetos presentan diferentes aproximaciones, tratando de definir un tipo abstracto de dato tiempo para modelar las características más generales, y en cada uno de los subtipos que se definan a partir de él, especializar aquella semántica que sea necesaria para cada una de las aplicaciones que se intenten abordar. Aportaciones similares han sido presentadas, pero se siguen estudiando.

2.5.5 Lenguajes de consulta espacio-temporal

Las operaciones desarrolladas por los lenguajes de consulta dependen del modelo utilizado, por lo cual, las carencias del modelo se reflejan en el lenguaje.

La mayoría de las aproximaciones son desarrolladas a partir del lenguaje SQL, extendiéndolo con la sintaxis necesaria; estas extensiones deben ser consistentes con definiciones previas, y añadir mecanismos para nuevos *predicados espacio-temporales*. Entre los *lenguajes espacio-temporales* no existe un acuerdo sobre el conjunto de requisitos que se deben cumplir.

Una de las aproximaciones es el denominado *STSQL (Spatio-Temporal Query Language)*, su funcionalidad se basa en tipos abstractos de datos y sus operaciones. Esto implica diversas ventajas en el mantenimiento de los conceptos de SQL, el tratamiento de los *objetos espacio-temporales* en un nivel más elevado, sencillez en la incorporación de predicados espaciales, sigue una notación del tipo *select-from-where*, permite anidamiento entre diferentes consultas, admite consultas sobre el *movimiento* y el *cambio*; pero no ofrece ninguna base para la especificación de la representación visual.

Future Temporal Logic (*FTL*) es un lenguaje que permite introducir consultas de una forma sencilla e intuitiva. Permite tres tipos de consultas, *instantáneas*, *continuas* y *persistentes*; la misma consulta puede introducirse empleando alguno de los tipos anteriores, produciendo resultados diferentes, ya que dependen de la historia sobre la que se evalúa y del instante de evaluación. Una consulta *instantánea* es un predicado sobre el estado actual de la base de datos, una consulta *continua* es un predicado sobre cada uno de sus estados futuros; por el ejemplo, podría responder a preguntas del tipo ¿dónde estará el avión a las 14:00?, las respuestas son tentativas, dado que dependen de la situación actual que puede cambiar en cualquier momento; permite su empleo dentro de consultas anidadas, y no presenta características relativas a la visualización de los resultados [16].

2.6 Conclusiones

En la actualidad, la gran mayoría de los *SIG* administran, manipulan y procesan la información de los objetos geográficos; pero pocos interactúan con el concepto *temporal* de estos mismos objetos geográficos. El concepto *temporal* hace referencia al tiempo que transcurre en un área geográfica, durante el cual los objetos geográficos y las relaciones entre ellos, pueden sufrir alteraciones.

La habilidad para trabajar con el tiempo coloca a los *SIG* en una nueva etapa de crecimiento, y sus capacidades siguen desarrollándose de acuerdo con los avances realizados por los investigadores dedicados a esta área.

Es preciso contemplar la gestión de espacio y tiempo en un mismo enfoque, integrando las características de ambos como soporte en la administración de este tipo de información. La manipulación de esa información *espacio-temporal* no se limita a incluir atributos temporales que permitan registrar ese cambio, sino que necesita la definición de nuevos modelos de datos que permitan recoger la semántica de ese cambio, junto con lenguajes que permitan la recuperación y manipulación de una forma eficiente.

Las *Bases de Datos Espacio-Temporales (BDET)* son la continuación al proceso evolutivo que han presentado las Bases de Datos, debido ha que agregan una dimensión a los objetos que se manejan en las *BDE*, con lo cual se cubren las dimensiones de los objetos que se encuentran en la realidad.

El diseño de las *BDET* se basa en un *modelo espacio-temporal (MET)*. Este modelo es una abstracción del mundo real, el cual incluye las características geométricas, topológicas, lógicas, temporales, semánticas, y atributivas que constituyen un fenómeno geográfico, así como las relaciones que existen entre ellos.

Existen conceptos temporales que son muy importantes: *tipo de tiempo* y *granularidad temporal*. Los *tipos de tiempo* son las diferentes abstracciones conceptuales que se forma el hombre, al interpretar el tiempo (por ejemplo, el tiempo puede ser discreto, continuo, lineal, cíclico, etc.). La *granularidad temporal* se refiere al tiempo que maneja el modelo y la base de datos (por ejemplo, días, meses, años, etc.). Existe la opción de elegir un *tipo de tiempo*, o la intersección de un conjunto de *tipos de tiempo* (por ejemplo, puede ser lineal-discreto con múltiples puntos de vista).

La intención de los modelos es observar, describir, ayudar a predecir el comportamiento de los elementos geográficos que se encuentran dentro del área de estudio, verificando el estado de algún elemento en un punto específico en el tiempo, y revisar sus relaciones con otros objetos geográficos.

Capítulo 3. Metodología propuesta

Un modelo de datos consiste de un conjunto de objetos con una estructura definida, un conjunto de limitantes de esos objetos, y un conjunto de operaciones. Las definiciones y limitaciones de un modelo pueden parecer arbitrarias, pero no lo son cuando cuentan con un conjunto de reglas [2].

Debido a que en el mundo interactúan muchas variables, y en los modelos solo se consideran algunas (las más relevantes según nuestros intereses), se considera un buen modelo si se acerca a la realidad.

En este capítulo se desarrolla el *MET* propuesto en este trabajo de tesis, a partir de este momento recibe el nombre de *Modelo Espacio-Temporal Semántico (METS)*, haciendo referencia a uno de los aportes del modelo al área de investigación, diferenciándolo de otros. Conforme se avanza en el capítulo se van desarrollando conceptos, elementos y herramientas que componen el modelo. En la primera sección se describe una abstracción de la realidad, logrando una visualización general de la situación, y de los actores que interactúan en ella. La sección dos trata de las directrices que caracterizan este modelo, dando una descripción de ellas. En la parte tres se dan las definiciones de los conceptos que se utilizan. En la cuarta sección se describen las reglas del modelo, y los operadores que actúan sobre los elementos geográficos. En la penúltima sección se hace el análisis y diseño de la *BDET* desarrollada a partir del modelo generado. Finalmente, en la última sección se encuentran las conclusiones del capítulo. En la figura 3.1 se observa el diagrama conceptual de la metodología propuesta.

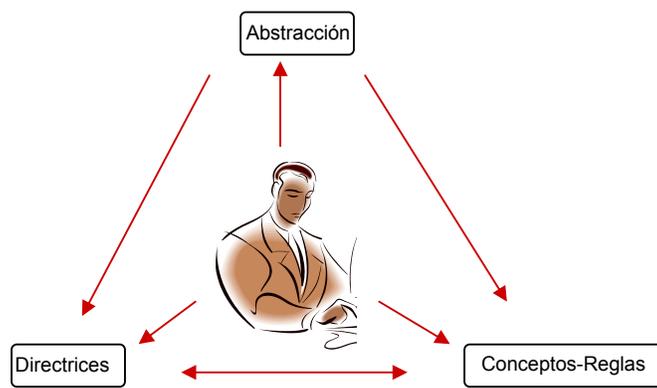


Figura 3.1 Diagrama conceptual de la metodología propuesta

3.1 Abstracción de la realidad

El primer paso consiste en tener una visualización del área que se desea analizar, esta visualización es una abstracción.

“La **abstracción** (del latín *abstrahere*, "separar") es una operación mental por la que una determinada propiedad de un objeto se aísla conceptualmente, a efectos de reflexionar sobre ella sin tomar en consideración otros rasgos de aquel que momentáneamente se desea ignorar.” [25].

Los componentes de una abstracción tienen menos detalle, pero conservan la esencia de los elementos y son ricos en su semántica, además de capturar los aspectos espacio-temporales de la realidad [18]. Sirve como base para un modelo conceptual, el cual ayuda al desarrollo de un diagrama lógico, mismo que puede emplearse para implantar un sistema de información.

La abstracción debe tener en cuenta los siguientes factores:

- El enfoque a partir del cual es percibida la realidad
- Seleccionar los elementos de interés
- Elegir componentes, y resolución, de los elementos de interés
- Métricas espacio-temporales, cualitativas y cuantitativas.

El enfoque marca la percepción (imagen mental) que se tendrá de la realidad; una comunidad de personas puede percibir la realidad de una forma particular, y otro grupo de personas tener otra percepción. Por ejemplo, un área en particular es definida por un grupo ecologista, pero un grupo de ingenieros civiles puede tener una definición diferente. Al establecer una percepción se desarrolla un conjunto de conceptos que definen los elementos que componen dicha área, y al análisis que se lleva a cabo.

Una vez definido el enfoque, se deben elegir los elementos que se consideran de interés, este proceso consiste en filtrar elementos importantes, y no utilizar aquellos que no lo son. Con esto se enfoca el modelo en aquello que es relevante, además de ayudar a la simplificación del modelo, con una mayor cantidad de elementos aumenta la complejidad del modelo. Se debe tener en cuenta la cantidad de elementos que se utilicen, ya que un número pequeño facilita el modelo, pero puede alejarlo de la realidad que desea representar; por lo tanto, se debe elegir una cantidad de elementos que

describa de manera efectiva la realidad, pero sin volver excesivamente complejo el modelo.

Cada elemento tiene características espacio-temporales que lo diferencian de los demás, por ello es necesario seleccionar los componentes, y nivel de resolución, adecuados. Ambos conceptos aumentan la complejidad del modelo, por ello es necesario hacer una filtración adecuada.

Las métricas espacio-temporales nos hablan de una discretización, la cual permite una mejor manipulación y análisis de la información obtenida de la realidad. El hombre ha diseñado mecanismos para tener un punto de referencia temporal, así se dio pie a determinar la duración de un día, una hora, un mes, etc.; y con esto se desarrollaron el calendario, el reloj, etc. Con todos estos conceptos, se discretizó el tiempo para que las personas tuvieran una concepción general del mismo, de esta forma, la gente sabía en que hora, mes, o año, se encontraba, y todos compartían este esquema general. Algo similar sucedió con el espacio, al desarrollarse conceptos para definir longitudes, áreas, o volúmenes. Las mismas métricas limitan el campo espacio-temporal, evitando complicaciones que pueden surgir al trabajar con valores extremos (pueden ser muy pequeños o muy grandes). Con lo anterior se logran valores de cuantificación, mismos que pueden ser representados por conceptos cualitativos, los cuales son más comprensibles para los usuarios. En la figura 3.2 se observa el proceso de abstracción.

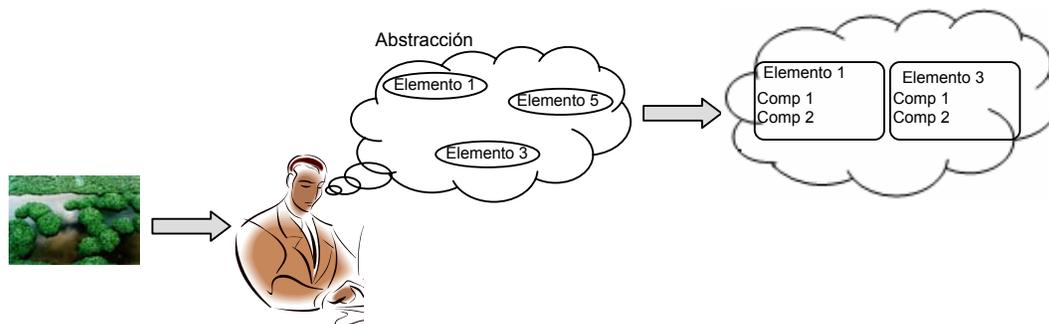


Figura 3.2 Proceso de abstracción

El *METS* desarrollado a partir de esta abstracción contempla los tres enfoques que se mencionan en el capítulo 1 (geográfico, psicológico, científico de la computación). El enfoque geográfico se tiene al momento que se conocen el área, elementos, y objetivos de interés. El enfoque psicológico se incluye al desarrollar un modelo que asimile la percepción que tienen las personas de la realidad. En el enfoque computacional se tienen en cuenta las capacidades del equipo de cómputo, y la transcripción del *METS* a términos computacionales.

3.2 Directrices del modelo espacio-temporal

Las directrices definen los lineamientos del modelo, y contemplan los conceptos *evolución y movimiento*; con base en estas directrices se describe el caso de estudio. Las directrices del *METS* son:

- Lineal
- Discreto
- Bitemporal
- Orientado a eventos
- Multigranularidad
- Tiempo con igualdad estricta
- Experiencia sencilla
- Semántica
- Lógica

La *linealidad* hace referencia a la línea temporal que sirve de base al modelo, es similar a una recta numérica, en la cual existe un punto de inicio, un punto final, y una serie de puntos intermedios. Los puntos inicial y final son determinados por los usuarios, dependiendo totalmente del caso de estudio, la distancia entre los puntos de la línea está determinada por la granularidad temporal, la cual también depende del caso de estudio. La linealidad indica que no aplica a fenómenos cíclicos. El orden temporal, y la aplicación de los predicados de Allen, hacen referencia al momento en que aparecen los sucesos en esta línea, ayudando a su análisis y manipulación.

El *METS* es *discreto* por dos razones: herramientas computacionales y razonamiento humano. Las computadoras manipulan información en forma discreta, esto es inherente a su diseño; por lo tanto, si el modelo contempla esta característica desde el inicio, su adecuación (conversión) a términos computacionales es menos complicada, permitiendo una mejor fluidez en todo el proceso. Por otro lado, cuando se visualiza un caso de estudio específico, el grupo que lo estudia discretiza el tiempo de acuerdo con sus necesidades; para un caso de estudio quizá sea suficiente una discretización por años, pero otro podría necesitar información cada día.

La *bitemporalidad* se adquiere al incluir *tt* y *tv* en el modelo. Con *tv* se manipula la información que conocemos como válida, tanto presente, pasada, y quizá aquella que pueda ser futura; y con *tt* el momento en que los cambios ingresan a la base de datos.

Teniendo ambos, se ofrece una visión completa de los cambios en los elementos del caso de estudio.

Los *eventos* son los generadores de cambios, un elemento permanece igual a menos que sea afectado por algún evento, necesita la ocurrencia de un evento para sufrir alguna modificación; por lo tanto, la ocurrencia de eventos es lo que pone en marcha la evolución, y/o movimiento, de los elementos.

Con la *multigranularidad* se captan los cambios en el momento que suceden, sin restringir los momentos temporales a una sola granularidad, logrando una mayor precisión; este enfoque ayuda a realizar un análisis temporal más detallado de la ocurrencia de los eventos y los cambios que ocasionan. Al haber varias granularidades se puede trabajar a diferentes niveles de resolución, y dependiendo de la operación que se realice, optar por la granularidad más beneficiosa.

El tiempo con *igualdad estricta* permite la existencia de elementos en el mismo momento temporal, haciendo posible el análisis de sus interacciones, lo cual es de primordial importancia.

El concepto de *experiencia sencilla* hace referencia al enfoque objetivo que se tiene de elementos, interacciones, y cambios que se generan en el área de estudio. Los usuarios generan una abstracción de la realidad, en la cual todos están de acuerdo, lo que es similar a tener una persona con la misma abstracción, y observar todo desde su punto de vista.

La *semántica* es el significado de las palabras (conceptos). Es la representación, por medio de palabras, del conocimiento que se tiene del mundo. El *METS* contempla reglas semánticas que ayudan a definir el significado de conceptos, delimitan su alcance, y por ende, aumenta el conocimiento que poseemos del área de estudio.

Cuando un elemento sufre un cambio, no sabe que le ocasionó ese cambio, para eso sirven las reglas *lógicas*. Las reglas constan de tres elementos, el elemento que produce el cambio, el que lo sufre, y la relación que existe entre ellos; esta relación define el efecto que provocó el uno sobre el otro.

3.3 Definiciones del modelo espacio-temporal

A continuación se definen los conceptos utilizados en el *METS*.

Definición 1. *Fenómeno geográfico (Fg).* Aquella entidad física que existe dentro del área de estudio. La sumatoria de todos los fenómenos conforma el área de estudio en su totalidad en el instante temporal t .

$$\sum_{i=0}^n Fg_i^t$$

Un Fg se compone de otros conceptos.

$$Fg_{ijk}^t$$

donde:

i = número de Fg

j = número de $subFg$

k = número de componente

t = instante temporal en el cual se revisa el Fg

Cuando aparece el símbolo “-“ en lugar de alguno de los subíndices, indica que ese concepto no se considera en ese momento.

Definición 2. *Granularidad temporal (G).* Es la medida utilizada para cuantificar el tiempo, puede ser en horas, años, segundos, etc. El *METS* es *multigranular*, pueden coexistir diferentes granularidades, la mínima de ellas se llama *granularidad fina*, la mayor, *granularidad gruesa*; en caso de existir más de una granularidad, se asigna un subíndice para diferenciarlas, el subíndice 1 corresponde a la granularidad más fina, el 2 a la siguiente, y así sucesivamente. La granularidad indica los t que existen en la línea temporal utilizada.

G_f = granularidad fina

G_g = granularidad gruesa

G_i = granularidades diferentes, donde $i = 1, \dots, n$

Definición 3. *Instante temporal (t).* La línea temporal inicia cuando empieza el análisis del caso de estudio (t_0), continúa (t_{0+i}), y termina (t_n) cuando el propio caso de estudio lo determina. Un instante temporal es un punto de esta línea, elegido para analizar información en ese preciso momento. Su valor temporal depende de la(s) granularidad(es) definida(s).

t_m , donde m se encuentra en la línea temporal

Definición 4. *Intervalo temporal (It).* Es el tiempo que transcurre entre dos instantes temporales, un inicial, y otro final. Es necesario tener al menos un instante intermedio

entre ellos; si el instante final es el instante siguiente del inicial, no existe un intervalo, existen dos instantes temporales. Debe corresponder con la granularidad.

$$It = t_{n-i} - t_n$$

$t_{n-i} - t_n$, ambos se encuentran en la línea temporal

$t_{n-i} - t_n$, donde t_{n-i} es el t inicial y t_n es el t final

$t_{n-i} - t_n$, donde $t_{n-i} < t_n$

$t_{n-i} - t_n$, donde $i \geq 2$, y corresponde con la(s) granularidad(es)

Definición 5. *SubFg.* Un *Fg* se subdivide en pequeñas partes, cada una de las cuales tiene los mismos componentes, y valores, que el *Fg* del cual forman parte, estas partes se llaman *SubFg*. Con la unión espacial de los *SubFg* se forma la ubicación espacial del *Fg*. Los *SubFg* que pertenecen al mismo *Fg* no comparten la misma ubicación espacial, pero sí comparten el instante temporal.

$$\bigcup_{j=1}^n Fg_{ij}^t = Fg_{i--}^t$$

Definición 6. *Componente (Comp).* Cada *Fg* tiene características y valores que lo definen y diferencian de los demás. Un componente es aquel concepto que contiene información que ayuda a definir al *Fg*. El conjunto de los componentes del *Fg* es toda la información que se conoce del *Fg*. La tabla 3.1 ilustra este concepto con un ejemplo.

$$\bigcup_{k=1}^n Fg_{i-k}^t = Fg_{i--}^t$$

Tabla 3. 1 Componentes

Fg	Componente	Valor
Fg _{i--} = Bosque	Fg _{ij1} = Temperatura	Fg _{ij1} = 20° c
	Fg _{ij2} = Tipo de árbol	Fg _{ij2} = Pino
	Fg _{ij3} = Exploración	Fg _{ij3} = Si

Definición 7. *Estado.* Es un concepto asignado al conjunto de valores que tienen los componentes de un *Fg*, en un t ; representa la situación del *Fg*. Un *Fg* tiene solamente un *Estado* en un t , pero puede tener diversos *Estados* siempre y cuando sucedan en t diferentes. Esta es la representación semántica de la situación del *Fg*. En la tabla 3.2 se muestra un ejemplo.

$$\bigcap_{k=1}^n Fg_{i-k}^t$$

Tabla 3. 2 Estado

Fg	Componente	Valor	Estado
Fg _{i..} = Bosque	Fg _{ij1} = Temperatura	Fg _{ij1} = 20° c	Estable
	Fg _{ij2} = Tipo de árbol	Fg _{ij2} = Pino	
	Fg _{ij3} = Exploración	Fg _{ij3} = Si	
Fg _{i..} = Bosque	Fg _{ij1} = Temperatura	Fg _{ij1} = 40° c	Seco
	Fg _{ij2} = Tipo de árbol	Fg _{ij2} = Pino	
	Fg _{ij3} = Exploración	Fg _{ij3} = Si	

Definición 8. *Entidad (En)*. Es un *Fg* estático (no cambia por sí solo), no sufre alteraciones (ni en el valor de los componentes, ni en su posición) a menos que sean ocasionadas por un agente externo (evento(s)). Surge en el inicio de la línea temporal, o debido a la interacción de otra Entidad con algún evento(s); puede desaparecer debido a los cambios que le ocasiona un evento(s). Diferentes Entidades pueden representar el mismo *Fg*, pero tienen diferente ubicación espacio-temporal.

$$\sum_{i=1}^n En_{i..}^t$$

Equivale a todas las Entidades del área de estudio *t*.

Definición 9. *Evento (Ev)*. Es un *Fg* dinámico, cambia por sí solo, tanto los valores de sus componentes, como en su posición. Se puede generar de tres formas diferentes, ingresando (o desapareciendo) espontáneamente del área de estudio, a través de la interacción de otros *Eventos*, o en el inicio de la línea temporal. En el primer caso se considera la existencia del *Fg* fuera del área de estudio, pero hasta que ingresa al área empieza a tomarse en cuenta; la segunda opción sucede al coincidir varios *Eventos*, y de su interacción surge un *Evento*; la última opción considera la existencia del *Evento* desde el inicio del análisis del área de estudio. Diferentes *Eventos* pueden representar el mismo *Fg*, pero tienen diferente ubicación espacio-temporal.

$$\sum_{i=1}^n Ev_{i..}^t$$

Todos los *Eventos* del área de estudio en *t*.

Definición 10. *Delta (Δ)*. Cuantificación del cambio en el valor de los componentes, también indica si crece o decrece el valor del componente.

$$En_{a-1}^t - En_{a-1}^{t-1}$$

$$n \geq 1$$

Definición 11. *Relación (Re).* Concepto que define el vínculo entre un *Fg* que sufre cambios, y el *Fg* que los provoca. Es la representación semántica de la interacción entre ambos *Fg*.

$$Ev_{x--}^t \xrightarrow{l} En_{y--}^t$$

l representa la *Re*

$$Ev_{1--}^t \xrightarrow{4} En_{6--}^t$$

si Re_4 =Inundación, se lee Ev_1 inunda En_6 en t

3.4 Reglas de comportamiento

Las reglas de comportamiento rigen los *Fg*, y *Re* que existen en el área de estudio. Se dividen en tres categorías, espacio-temporales, semánticas, y lógicas, son utilizadas en el álgebra del modelo.

Cuando inicia la línea temporal (t_0) se almacena la información de los *Fg* que existen en ese momento; lo mismo ocurre con los tres tipos de reglas, que dependen totalmente del caso de estudio.

Con las *reglas espacio-temporales* se define el comportamiento de los *Fg* en dicho entorno. En las *reglas lógicas* se indican los *Fg* que influyen en otros. Las *reglas semánticas* definen el *Estado* y *Re* de los *Fg*. Conforme aumenta la cantidad de reglas se hace más preciso el análisis, pero aumenta la complejidad del modelo, porque se toman en cuenta más criterios; por lo tanto, es necesario un balance en la cantidad de reglas necesarias para obtener los resultados que se requieren.

3.4.1 Reglas espacio-temporales

- El área espacial se determina por el usuario, depende del caso de estudio
- El área temporal se determina por el usuario, depende del caso de estudio
- Todos los *Fg* deben tener una posición espacio-temporal dentro de los límites establecidos
- n *Ev* pueden suceder en la misma ubicación espacio-temporal
- Si una *En* ocupa una posición espacio-temporal, no puede ocuparla otra *En*
- n *En* pueden estar en la misma posición espacial, pero en diferentes t
- n *En* pueden estar en el mismo t , pero en posiciones espaciales diferentes
- Una *En* puede compartir su posición espacio-temporal con n *Ev*
- Diferentes *En* pueden representar el mismo *Fg*, en diferentes ubicaciones espacio-temporales

- Cuando se usan n G , en t , la de interés se usa como base; para adecuar las G_f a la base, se obtiene el valor promedio de los t ocurridos durante el t que indica la G base, repitiéndose el proceso para cada una de las G_f
- Cuando se usan n G , en t , la de interés se usa como base; para adecuar las G_g a la base, cada G_g toma el valor que tiene en el t que indica la G base
- Cuando se usan n G , con It , la de interés se usa como base; para adecuar las G_f a la base, se obtiene el valor promedio de los t ocurridos durante el It que indica la G base, repitiéndose el proceso para cada una de las G_f
- Cuando se usan n G , con It , la de interés se usa como base; para adecuar las G_g a la base, cada G_g obtiene el promedio de los t ocurridos durante el It que indica la G base
- Cuando se solicita un t que pertenece a una G , pero no existe información de él, se asigna el valor del t anterior al solicitado

Al ingresar información a la *BDET* se verifica que cumplan estas reglas, además de ayudar a los operadores.

3.4.2 Reglas semánticas

Las *reglas semánticas* hacen referencia a todos los valores posibles que pueden adquirir los *Comp* del *Fg*, y a la clasificación de los mismos; por lo tanto, el *Estado* del *Fg* es determinado a través de estas reglas. Con el *Estado* es fácil para el usuario identificar que esta pasando, debido a la asimilación de un concepto cualitativo, en vez de un conjunto de valores cuantitativos. Las siguientes definiciones aplican a cada *Fg*.

- Una regla genera un *Estado*
- Las reglas son excluyentes entre sí
- Una regla incluye n *Comp*, donde n va de 1 al número total de *Comp*
- Un *Comp* puede aparecer en m reglas, donde m va de 1 al número total de reglas
- Existen m Estados
- Si un *Comp* aparece en una regla, solo lo hace una ocasión
- Los *Estados* tienen nombres diferentes
- Los límites cuantitativos de los valores de los *Comp* son incluyentes
- Estructura de reglas (por simplificación, los *Comp* se representan con C), figura 3.3.

$$\begin{aligned}
C_1 \underset{a}{\overset{b}{\cap}} C_2 \underset{c}{\overset{d}{\cap}} \dots \cap C_n \underset{z}{\overset{y}{}} &= Estado_1 \\
C_1 \underset{a}{\overset{b}{\cap}} C_2 \underset{d+1}{\overset{e}{\cap}} \dots \cap C_n \underset{z}{\overset{y}{}} &= Estado_2 \\
C_1 \underset{b+1}{\overset{f}{\cap}} C_2 \underset{c}{\overset{d}{\cap}} \dots \cap C_n \underset{z}{\overset{y}{}} &= Estado_3 \\
C_1 \underset{b+1}{\overset{f}{\cap}} C_2 \underset{d+1}{\overset{e}{\cap}} \dots \cap C_n \underset{z}{\overset{y}{}} &= Estado_4 \\
&\vdots \\
&= Estado_m
\end{aligned}$$

Figura 3.3 Reglas semánticas

3.4.3 Reglas lógicas

En estas reglas se indican las *Re* que son lógicas en un caso de estudio, las *Re* pueden ser lógicas para un caso de estudio, pero pueden no serlo para otro, incluso si se trata de la misma área de interés. Cuando un *Fg* cambia de *Estado* no sabe que o quien le ocasionó ese cambio, para ello se utilizan las *Re*; son unidireccionales, un *Fg* afecta a otro pero no viceversa.

Se utiliza una tabla para ordenar estas reglas, por un lado se colocan los *Fg* que pueden ocasionar cambios, y en el otro aquellos que pueden ser afectados. En la tabla se aprecia un mapeo de los *Fg*, cuando existe una *Re* entre dos *Fg* se busca su casilla de intersección, en ella se anota la *Re* y su *t*; si el cambio es generado por varios *Fg*, se repite la operación para cada uno de ellos. La *Re* que existe entre ambos corresponde con el nuevo *Estado* que adquiere el *Fg*. Estas reglas se van ingresando durante el transcurso del estudio, y de acuerdo con el comportamiento de los elementos de análisis.

Cuando un *Fg* es afectado por un *Ev* en t_x , y a partir de este momento cambia su *Estado* (tabla 3.3), esto indica que el *Ev* provocó el nuevo *Estado*; por lo tanto, la *Re* entre ellos es el nuevo *Estado*. La tabla 3.4 muestra el ordenamiento de las *Re*, incluido el caso de la tabla 3.3.

Tabla 3. 3 Relación

t_x	t_{x+i}
En _n -(Estado ₁)	En _n -(Estado ₂)
Ev _m --	

Tabla 3. 4 Reglas lógicas

	Ev ₁	Ev ₂	Ev _m
En ₁	Re, t	Re, t	
En _n		Re, t	Re=Estado _{2,t_x}
Ev ₁	Re, t		
Ev _n			Re, t

La cantidad de *Re* es similar a la cantidad de *Estados* de todos los *Fg* que interactúan; es decir, su cantidad, y exactitud, dependen de las reglas ingresadas al *METS*. A mayor exactitud en las relaciones, mayor cantidad de ellas.

3.4.4 Operadores espacio-temporales

La sección se divide en dos partes, en la primera se encuentran conceptos que deben tomarse en cuenta para poder aplicar los operadores de la segunda, mismos que describen la interacción entre los *Fg*.

3.4.4.1 Conceptos

Las operaciones aplican a los *Fg* que ocurren en la misma ubicación temporal, y tienen en común la posición espacial de alguno(s) de sus respectivos *subFg*; una vez cumplidas estas condiciones, existen cuatro situaciones posibles:

- El *Ev* actúa sobre *subFg*, pero no los afecta.
- El *Ev* actúa sobre *subFg*, afecta los valores de algunos o de todos sus *Comp*; pero no lo suficiente para generar un cambio de *Estado*.
- El *Ev* actúa sobre *subFg*, afecta los valores de algunos o de todos sus *Comp*; lo suficiente para generar un cambio de *Estado*.
- El *Ev* actúa sobre *subFg*, afecta los valores de algunos o de todos sus *Comp*; generando un *Fg* diferente.

Las primeras dos condiciones son consideradas, pero no generan una *Re*; las últimas dos condiciones si generan una *Re*.

Cuando *n* *Ev* ocupan la misma ubicación temporal, y tienen en común la posición espacial de alguno(s) de sus respectivos *subFg*, existen tres situaciones posibles:

- Los *Ev* representan el mismo *Fg*.

- Los Ev no representan el mismo Fg .
- Algunos Ev representan el mismo Fg , y otros no.

En los tres casos se trabajan individualmente cada uno de los Ev . Lo mismo sucede cuando no comparten la ubicación espacio-temporal.

3.4.4.2 Operadores

Los operadores se dividen en generales y particulares. Los primeros son utilizados en situaciones que ocurren con frecuencia en casos de estudio que necesitan un modelo de este tipo, en los segundos se encuentran los desarrollados específicamente para un caso de estudio en particular. Los operadores generales se describen a continuación.

Igualdad. Un Fg es igual en diferentes t , si

$$\bigcap_{k=1}^n Fg_{a-k}^{tx} = \bigcap_{k=1}^n Fg_{a-k}^{ty} \quad \text{y} \quad \bigcup_{j=1}^m Fg_{aj-}^{tx} = \bigcup_{j=1}^m Fg_{aj-}^{ty}$$

Diferencia. Muestra los cambios que ha sufrido un Fg en dos t diferentes. Se calcula Δ de cada uno de los $Comp$.

$$\Delta = Fg_{a-k}^{t_2} - Fg_{a-k}^{t_1}$$

$$k \geq 1$$

Diferencia total. Cambios que ha sufrido el área de estudio en dos t diferentes.

$$\Delta = \sum_{i=0}^n Fg_{i--}^{t_2} - \sum_{i=0}^n Fg_{i--}^{t_1}$$

Momento de cambio. El t en el cual un Fg sufre algún cambio; se revisa Δ en cada uno de los $Comp$, y en el t donde cambia de valor, se detiene. Con este operador también se encuentra el $Comp$ que sufre el cambio.

$$\Delta = Fg_{a-k}^{tx} - Fg_{a-k}^{tx-1}$$

$$k \geq 1 \text{ hasta } n, x \geq 1 \text{ hasta } m$$

Historia. La historia de un Fg , del t inicial al t actual del caso de estudio.

$$\bigcup_{x=0}^n Fg_{ajk}^{tx}$$

Relaciones. Conocer aquellos Fg que han tenido Re con el Fg elegido; localiza el Fg en las *relaciones lógicas* y encuentra los Fg y Re con las que ha interactuado.

$$\bigcup_{x=0}^n Fg_{a--}^{t_x} \xrightarrow{\text{Re}} Fg_{i--}^{t_x} \quad \text{y} \quad \bigcup_{x=0}^n Fg_{i--}^{t_x} \xrightarrow{\text{Re}} Fg_{a--}^{t_x}$$

Situación. Condiciones del área de estudio en t .

$$\sum_{i=0}^n Fg_{i--}^{t_x}$$

Evolución. Estados del Fg a través del tiempo.

$$\bigcup_{x=1}^n \text{Estado} (Fg_{a--}^{t_x})$$

Verificar. Conocer el valor de los $Comp$ del Fg en t

$$\bigcap_{k=1}^n Fg_{i-k}^{t_x}$$

Los operadores particulares son desarrollados, en caso de ser necesarios para cubrir las necesidades y preferencias de un caso de estudio específico; es por ello que no se desarrollan aquí, pero se contempla su existencia. Los algoritmos de predicción pertenecen a esta categoría.

3.5 Base de Datos Espacio-Temporal

La arquitectura de la *BDET* se divide en dos componentes, una base de datos espacial (*bde*) y una base de datos de apoyo (*bda*), ver figura 3.4. Las reglas son incluidas por su profunda relación con la base de datos, de hecho son las reglas quienes definen el formato y límites de los datos almacenados.

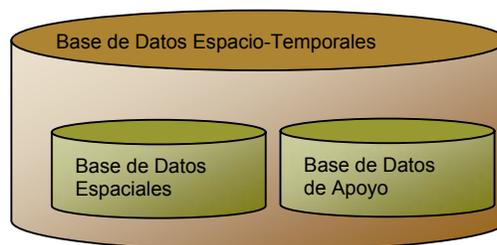


Figura 3.4 BDET

En la *bde* la estructura de los registros es una tupla (Fg_{ij--}, UE). La primera parte es el *SubFg*, en la segunda se define la posición espacial del mismo, ésta depende del formato que utilice el caso de estudio (raster o vector).

La *bda* se divide de acuerdo con la figura 3.5.

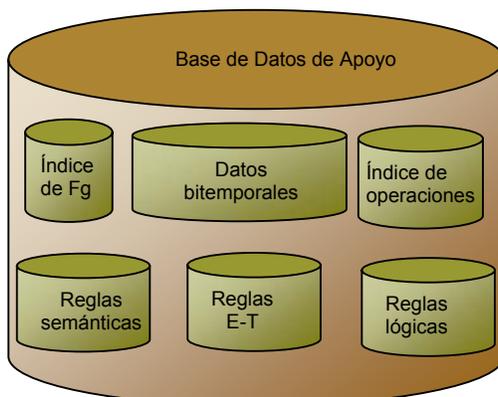


Figura 3.5 BDA

La estructura del *índice de Fg* se define con la tupla (Fg_{i-}, N, Fg_{i-k}) . El primero indica el tipo (*En* o *Ev*) y número que lo identifica, el segundo es el nombre con el cual es conocido el *Fg* en el mundo real, en el tercero se definen los *Comp* del *Fg*. Aquí se listan los *Fg* que existen en la *BDET*.

La estructura de las *reglas semánticas* es $(Fg_{i-}, E, valor(Fg_{i-k}))$. En el primero se indica el *Fg* en cuestión, en el segundo se encuentra su *Estado*, y el tercero indica los valores de cada uno de los *Comp* que corresponden al *Estado*.

Las *reglas E-T* son la dupla (R, P) , donde *R* es la regla que manipula los parámetros indicados en *P*.

La tupla $(Fg_{i-}, Fg_{i-}, Re, t)$ describe las *reglas lógicas*, el primer elemento es el *Fg* generador de cambio, el segundo es el *Fg* que sufre el cambio, *Re* es la relación entre ambos, y *t* es el momento de ocurrencia de la *Re*.

Los *datos bitemporales* tienen la estructura $(Fg_{ij-}, Fg_{i-}, tv, tt, Estado, Fg_{i-k})$, el primer elemento es el *SubFg*, el siguiente es el *Fg*, el tercero es el *tv* de la información que se está ingresando, el cuarto es el *tt* de los nuevos datos, el quinto es el *Estado* del *Fg*, el último elemento son los valores de los *Comp* del *Fg*. Las actualizaciones se realizan cada vez que un *Fg* afecta a otro (en t_i); lo que da por consecuencia el formato de la figura 3.6, en ésta se aprecia un conjunto de datos base en t_0 , y las subsecuentes actualizaciones para cada t_i .

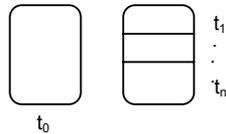


Figura 3.6 Ingreso de datos bitemporales

Al inicio del caso de estudio se ingresa la información del área de estudio (t_0), cuando se realiza algún cambio solo se actualizan aquellos datos que son modificados (t_1); y así sucesivamente (t_2, t_3, \dots, t_n).

En el *índice de operaciones* se encuentran los algoritmos que trabajan con los datos almacenados, estos algoritmos son los operadores indicados en la sección 3.4.4.2; por lo tanto, también existen generales y particulares.

Los siguientes son características de la *BDET*:

- La granularidad se define en uno o más campos.
- Los datos bitemporales contienen los valores de los *Comp* en un campo.
- En las reglas semánticas se pueden utilizar uno o dos campos para delimitar los valores de los *Comp*.
- Cuando un *Fg* desaparece es modificado su *Estado*, pero no se borra físicamente.
- El concepto llave es el tiempo.

3.6 Conclusiones

La meta era encontrar un modelo que ayudara al estudio de la desaparición de los manglares en el área de Quintana Roo, objetivo que fue alcanzado; pero el modelo no solo cubre las necesidades del caso de estudio, también tiene la capacidad de aplicarse a diversas situaciones que requieran de un análisis espacio-temporal. Las condiciones para la aplicación de esta metodología son descritas en las directrices del modelo, si el nuevo caso de estudio puede analizarse bajo ellas, entonces el modelo puede aplicarse. Algunas áreas de aplicación podrían ser catastro, uso de suelo, ecología (monitoreo de flora y fauna), meteorología, estudio del cambio climático, entre otras.

Además de lo anterior, existe la posibilidad de aplicar el *METS* en casos de estudio cuya información se encuentre en formato vectorial, para ello es necesario estudiar las implicaciones de los *subFg* en dicho formato.

La aportación de este trabajo, o lo que diferencia al *METS* dentro del estado del arte, es la existencia de reglas semánticas, lógicas, espacio-temporales, desarrollo de operadores, diseño de la BDET, y la integración de estos conceptos. Este conjunto de características no lo tienen otros modelos.

Uno de estos conceptos es el uso de *reglas semánticas*, las cuales pueden causar un poco de trabajo al cargarlas, pero este proceso solo se realiza una vez, y los beneficios obtenidos son considerables; en su ingreso tal vez se necesite el apoyo de un especialista, pero una vez terminado, esa colaboración se reduce considerablemente.

El concepto *Estado* facilita al usuario identificar que está ocurriendo, debido a la asimilación de un *concepto cualitativo*, en vez de un conjunto de *valores cuantitativos*; para un usuario experto es fácil trabajar con el conjunto de valores cuantitativos, pero el usuario que no cuenta con esa experiencia asimila mejor el concepto cualitativo. Lo mismo sucede con las *Re*, de hecho facilita enormemente la interpretación de los escenarios porque las interacciones pueden reducirse a una representación donde solo interfieren tres elementos.

Al utilizar *reglas lógicas, semánticas, espacio-temporales, y operadores*, se genera conocimiento del área de estudio a partir de un conjunto inicial de datos y reglas. Gracias a este conocimiento, el *METS* tiene la capacidad de trabajar con la *evolución y movimiento* de los *Fg*, y posteriormente obtener su *ruta espacio-temporal*.

La convivencia de *Fg* en una ubicación espacio-temporal, no necesariamente al 100%, es un concepto desarrollado en el modelo; el cual permite unificar los dos planos en uno, mismo que es definido por las reglas espacio-temporales.

La estructura del modelo permite agregar operadores generales o particulares, solo es necesario actualizar el *índice de operaciones* con los nuevos operadores. Por ejemplo, para detectar la intersección espacio-temporal de dos *Fg* puede desarrollarse un operador nuevo o auxiliarse de los existentes, en cuyo caso se aplica el operador *Historia* a cada uno de los *Fg* y se detecta la existencia de tal intersección (manualmente o con un nuevo operador).

La *BDET* satisface las necesidades del caso de estudio: multigranularidad temporal, consistencia en las relaciones topológicas, consistencia en las relaciones geométricas, no redundancia en la información, optimización de memoria, optimización en los tiempos de respuesta.

La bitemporalidad de la *BDET* mejora su desempeño al incluir una descripción de todos los elementos de interés, durante el tiempo determinado por el caso de estudio. Los índices de *Fg*, y operaciones, optimizan su funcionalidad.

Al igual que el *METS*, la *BDET* puede aplicarse a diferentes situaciones y entornos, debido al diseño de su estructura.

El *SIG* es una herramienta que utiliza el usuario para realizar análisis espacial (entre otras tareas), para ello ingresa instrucciones junto con la información de interés, como resultado se obtiene una conclusión; este proceso es similar al que realiza una persona para hacer la misma operación. Por otro lado, razonar es “ordenar ideas en la mente para llegar a una conclusión” [25], de acuerdo con esta definición, la persona razonó; por lo tanto, el *SIG* realiza una operación que implica razonamiento espacial.

El *METS* utiliza las ventajas desarrolladas en los *SIG* (los cuales están basados en modelos espaciales); de hecho, los *SIGT* son una extensión de ellos y aprovechan sus ventajas. Por ejemplo, una intersección espacial se define a través de dos áreas que se encuentran en un plano de 2D, si le agregamos una tercera dimensión (temporal) se tienen volúmenes en 3D y el comportamiento de esta operación es similar al realizado por la intersección en 2D.

Capítulo 4. Implantación del modelo

En este capítulo se describe el diseño lógico de la aplicación espacio-temporal, basada en el *METS* y *BDET* desarrollados en el capítulo anterior. Se ha dividido el capítulo en varias secciones, en la primera se encuentra un diseño general de la aplicación, la segunda sección describe la estandarización de datos, la sección tres se dedica al control de operaciones que intervienen en la herramienta, la cuarta sección contempla la administración de datos, en la sección cinco se encuentra el diseño de la *BDET*, la sexta sección muestra el procesamiento de operaciones, y la última contiene las conclusiones del capítulo.

4.1 Diseño de la aplicación

En la figura 4.1 se encuentra un diagrama con las interacciones entre la aplicación y su entorno, en este caso el usuario y la *BDET*.

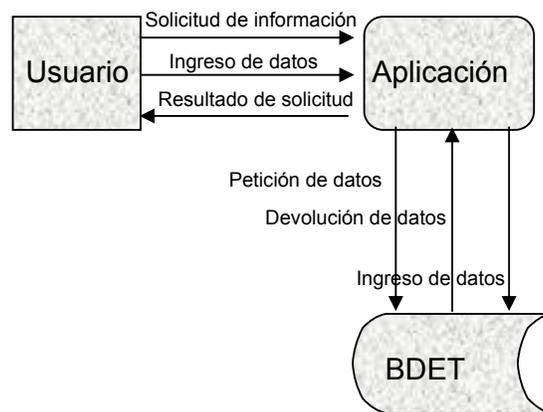


Figura 4. 1 Entorno de la aplicación

La figura 4.2 es el diagrama general de la aplicación. En él se aprecian los módulos del sistema, en las siguientes secciones se hace una descripción de ellos.



Figura 4. 2 Diagrama general de la aplicación

4.2 Estandarización de datos

Los datos que ingresan al módulo son actualizaciones de los *Fg* del área de estudio; estos datos deben tener un formato estándar, para ello son manipulados por dos procesos secuenciales, ver figura 4.3.

Carga de datos asegura la estandarización de los datos, este estándar depende del caso de estudio. Existen diversos elementos que determinan este formato, país, lenguaje, cultura, por mencionar algunos; ejemplo de ellos es la existencia de diferentes convenciones de números, monedas o fechas.

Aplicación de reglas E-T verifica el cumplimiento de estas reglas, si algún dato no cumple con ellas es rechazado. Para realizar este procedimiento existe comunicación con las reglas espacio-temporales. A la salida del módulo se encuentran datos que cumplen con el formato deseado, y satisfacen las reglas E-T.

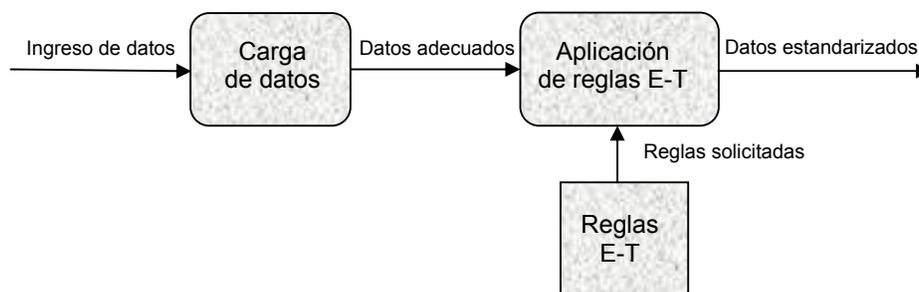


Figura 4. 3 Estandarización de datos

4.3 Control de operaciones

Cuando una *solicitud de información* llega al módulo, se inicia una serie de pasos que tienen como finalidad reunir la información necesaria para la ejecución de los algoritmos que realizan las operaciones solicitadas. El control de operaciones se divide en tres procesos secuenciales, *ingreso de parámetros*, *validación de parámetros*, y *administración de requerimientos*, ver figura 4.4. En el primero se indican los parámetros necesarios para realizar una consulta, *Fg*, *t* o *It*, y tipo de operación.

Validación de parámetros corrobora la existencia de los datos solicitados en la *BDET*; para optimizar este proceso se utiliza el *índice de Fg*.

Una vez validados los parámetros, *administración de requerimientos* busca la operación solicitada en el *índice de operaciones*; este proceso interactúa con *administración de datos* al solicitar y recibir información necesaria para la operación de interés. Se reúnen los datos y se envían a *procesamiento de operaciones*, se espera la respuesta, y se prepara para ser visualizada por el usuario; esta visualización es la salida del módulo. La visualización puede ser un gráfico, en forma tabular, un archivo, entre otras; en otras palabras, depende de las necesidades y/o preferencias del usuario.

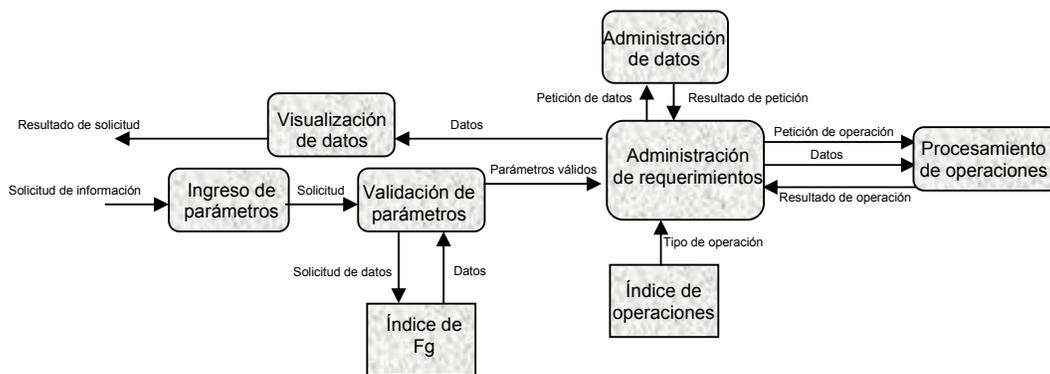


Figura 4. 4 Control de operaciones

4.4 Administración de datos

Administración de datos se encarga de la interacción con la *BDET*, por ello se divide en tres procesos que trabajan de forma paralela, ver figura 4.5.

Actualización se encarga de almacenar los datos, para ello primero realiza una búsqueda en el *índice de Fg* para determinar si el *Fg* es nuevo o ya existía previamente; en caso de ser primer ingreso, es necesario agregarlo en las reglas semánticas y en las lógicas.

En *Búsqueda* están los algoritmos necesarios para ingresar a la *BDET*, localizar, y leer, los datos que se le indican encontrar.

Mantenimiento se ocupa de tener la *BDET* en óptimas condiciones, para ello utiliza indexación, respaldos, seguridad, mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros.

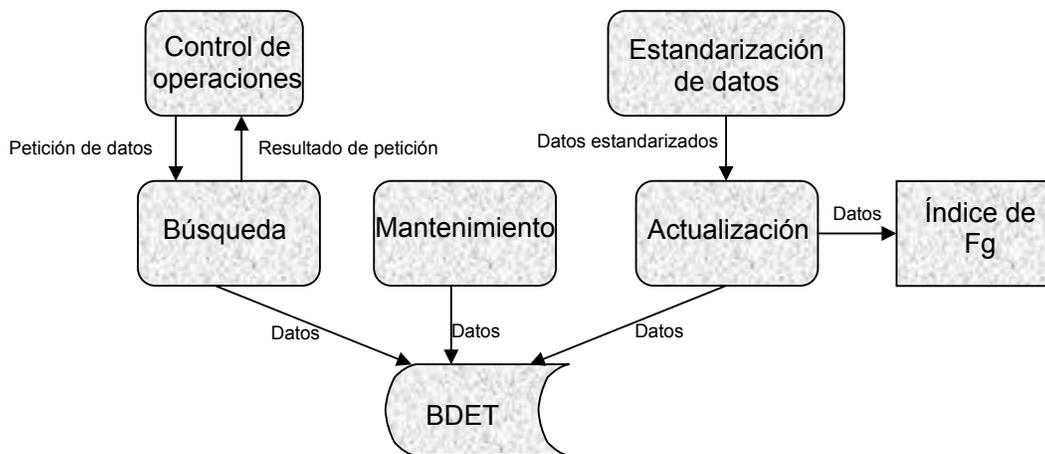


Figura 4. 5 Administración de datos

4.5 BDET

La figura 4.6 muestra la relación que existe entre los componentes de la *BDET*, y en la figura 4.7 se observa una descripción más detallada. En la sección 3.5 se explicaron los componentes de ambas figuras.

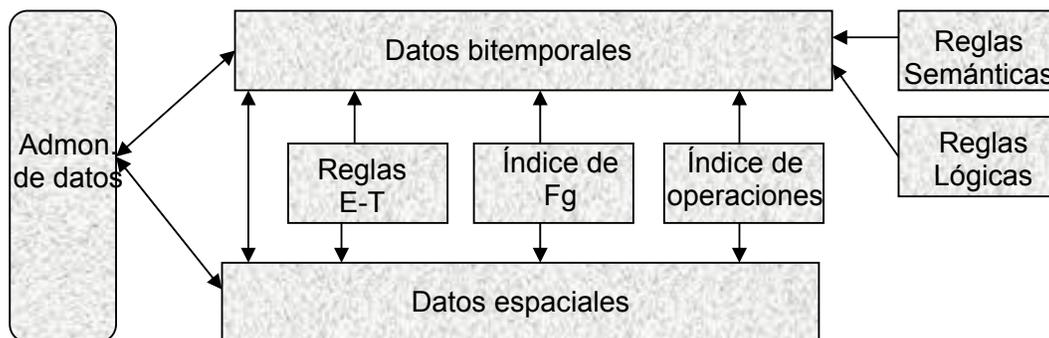


Figura 4. 6 Componentes de BDET

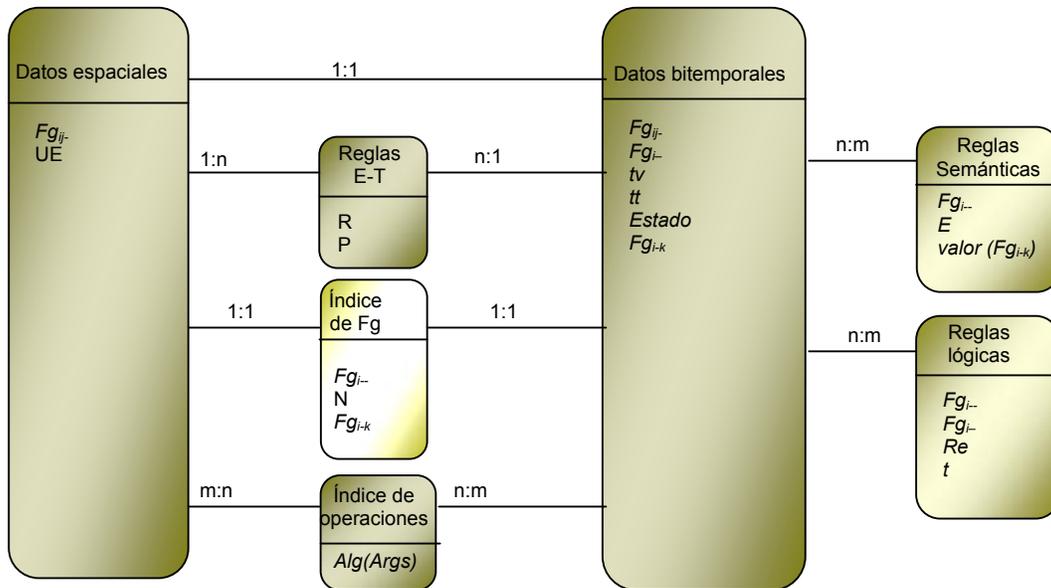


Figura 4. 7 Diagrama lógico de BDET

4.6 Procesamiento de operaciones

Este proceso tiene la finalidad de ejecutar el algoritmo elegido en el *índice de operaciones*, utilizando los datos proporcionados por *Control de operaciones*, ver figura 4.8.

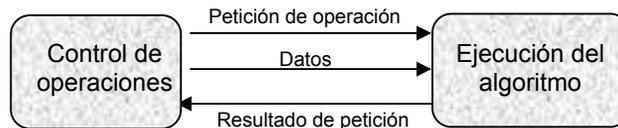


Figura 4. 8 Procesamiento de operaciones

4.7 Conclusiones

En este capítulo se desarrolló el diseño lógico de la implantación del *METS* y la *BDET* que utiliza. Al tratarse del enfoque lógico, no se indica rigurosamente la forma de desarrollarse las funciones, pero sí están definidas y delimitadas las capacidades de cada uno de los componentes; otorgando la libertad de realizar la implantación física en diferentes lenguajes de programación, plataformas, SMBD, etc.

El ingreso de información puede realizarse de forma manual o automática, además debe considerarse su formato, ya que él depende la *bde* y su posterior manipulación. La

validación de parámetros parece redundante, pero evita errores; su valía se comprueba cuando se ingresan datos manualmente.

Las reglas semánticas y espacio-temporales se ingresan directamente a la *BDET*, las reglas lógicas se generan, e ingresan, conforme avanza el estudio y de acuerdo con las interacciones que suceden en el área de estudio.

Las operaciones generales y específicas permiten utilizar la aplicación en entornos y situaciones diferentes, reutilizando aquellos algoritmos desarrollados previamente. Además existe la posibilidad de agregar los propios del estudio en cuestión, de esta forma se otorga libertad para robustecer el índice de operaciones con la cantidad de operaciones que se necesiten.

El formato de la visualización de los datos de salida es elegida por el usuario, y una vez generada no es almacenada; es decir, para revisar un resultado previamente solicitado, es necesario realizar nuevamente la consulta especificada anteriormente.

Capítulo 5. Aplicación al caso de estudio

La elección del caso de estudio se debió a dos causas, elegir un caso real y de impacto en su área; el INE tiene un programa de protección de manglares, el cual es importante en materia de ecológica nacional. La información del caso de estudio corresponde a dos momentos temporales diferentes y están en años, son 1996 y 2000; para cada uno de ellos se cuenta con datos espaciales y atributivos. Los primeros son del tipo grid y son almacenados en la *bde*, a los atributivos les corresponde la *bda*.

El capítulo se divide en dos secciones, en la primera se aplica el *METS* al caso de estudio, la segunda contiene las conclusiones del capítulo.

5.1 Caso de estudio y METS

El *METS* es aplicado al caso de estudio, se utilizan los conceptos desarrollados para analizar el entorno, se llevan a cabo operaciones con la información disponible, y se obtienen los resultados de acuerdo con cada operación. A continuación se describe el ejemplo desarrollado como caso de estudio, con fines de probar la metodología desarrollada.

5.1.1 Abstracción de la realidad

El caso de estudio tiene un enfoque ecológico, cuyo principal objetivo es ayudar a prevenir la destrucción de los manglares. Partiendo de este punto, se cuenta con información raster del uso del suelo del área de estudio en diferentes momentos temporales.

5.1.2 Elementos de interés

Los elementos de interés son los usos de suelo ubicados dentro del área y los eventos (generados por la naturaleza o por el hombre) que suceden en la misma área. La figura 5.1 lista las En y la figura 5.2 los muestra espacialmente; en ambos $t = 1996$.



Figura 5. 1 Usos de suelo del área de estudio en t=1996

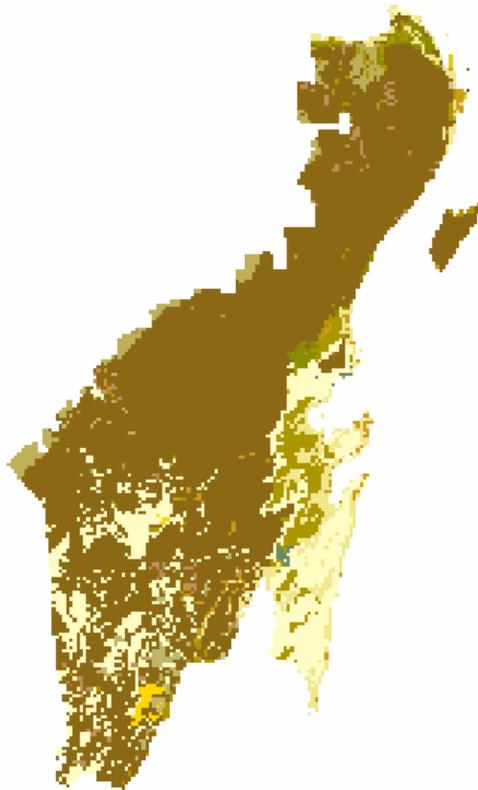


Figura 5. 2 Visualización espacial en t=1996

5.1.3 Componentes

En este caso los componentes de los *Fg* se manipulan a nivel *subFg*, en esta ocasión las *En* tienen los mismos *Comp*, mismos que se observan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Componentes

Fg	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
En	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
Ev	Precipita	Direccion							

5.1.4 Métricas

Las métricas del caso de estudio son proporcionadas junto con la información que facilitó el INE, los valores de los *Comp* son discretos y mapeados con los números enteros. Existen valores con formato texto, se consideran discretos porque describen puntualmente el valor de dicho componente; es decir, son valores concretos, no existe una variación continua en dichos valores. En el aspecto temporal se utilizan meses y años; en el espacial son metros. La figura 5.3 muestra parte de la información atributiva proporcionada por el INE, está en forma de registros en los que se puede observar algunos de los valores de los componentes.

Los valores cualitativos se deducen a partir de las reglas semánticas, mismas que utilizan los valores cuantitativos.

Comunidad	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsub	Subformaci	Numtipo	Tipo
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Cuerpo de agua	820	820		9	Otras cobe	12	Cuerpo de agua	18	Cuerpo de agua
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primari	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su
Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion sec	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y su

Figura 5. 3 Valores de los componentes

5.1.5 Directrices

La linealidad del caso de uso se comprueba considerando que los fenómenos no se consideran cíclicos, la línea temporal tiene un inicio (primer momento del cual se tiene información) y continúa hasta que se detenga el análisis de información; los predicados de Allen ayudan a determinar el orden temporal de los elementos. Otra consecuencia de su linealidad son los valores discretos que maneja el caso de estudio, su información tiene ese formato.

Se manejan tv y tt , el primero es el t donde es válida esa información, el segundo se considera en la *BDET* para proporcionar información sobre las actualizaciones de la información y ayudar a su mantenimiento. Los cambios en el área de estudio son generados por los eventos, sin la ocurrencia de ellos no existen cambios. La multigranularidad se justifica al revisar la información y descubrir que existe en períodos de meses y años.

El tiempo con igualdad estricta es necesario para definir la *posición espacio-temporal* de los *Fg*, y así evitar confusiones al momento del análisis. La experiencia sencilla también evita confusiones al considerar un único punto de vista. Las *reglas semánticas* dependen del caso de estudio, ya que definen el *Estado* de los *Fg*. Las *reglas lógicas* se basan en las anteriores y en el comportamiento de los *Fg*.

5.1.6 Definiciones

- Granularidad fina = mes
Granularidad gruesa = año
- Los t están definidos respetando las granularidades (en este caso son meses y años), y se localizan en la línea temporal del caso de estudio.
- Al manipular información raster, el *subFg* se considera como un píxel; ya que cada uno contiene información bitemporal, y forma parte de los *Fg*.
- Límites espacio-temporales
El área de estudio es el estado de Quintana Roo
La línea temporal inicia en el t que corresponde a los datos de 1996

5.1.7 BDET

En las siguientes tablas se observa la estructura de los componentes de la *BDET* y se muestran algunos registros que ilustran el formato de los datos almacenados.

En el *índice de Fg* existe un registro por *Fg*, mismo que indica el *Fg*, su nombre y *Comp*. El número de *Comp* puede ser diferente para cada uno de los *Fg*. En la tabla 5.2 se observan registros con nueve componentes y el último registro con dos.

Tabla 5. 2 Índice de Fg

Fg	Nombre	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
En ₁	Manglar	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₂	Vegetación halofila y gipsofila	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₃	Area sin vegetacion aparente	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₄	Selva baja subperennifolia	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₅	Selva alta y mediana subperennifolia	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₆	Popal-tular	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₇	Cuerpo de agua	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₈	Pastizal cultivado	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₉	Selva baja caducifolia y subcaducifolia	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₀	Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₁	Agricultura de temporal	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₂	Palmar	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₃	Vegetacion de dunas costeras	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₄	Asentamiento humano	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₅	Pastizal inducido	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₆	Sabana	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₇	Agricultura de riego	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
En ₁₈	Agricultura de humedad	Codifoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
Ev ₁	Lluvia	Precipita	Direccion							

En las *reglas semánticas* el símbolo “-” puede aparecer en algunos de los *Comp* indicando que no forma parte de esa regla semántica. La estructura de las reglas se ejemplifica con los siguientes ejemplos, mismos que se muestran en la tabla 5.3.

Regla 1 de En₁ : Si C2=600 \cap C3= 600 \cap C5= 4 \cap ...,

Estado = caliente

Regla 2 de En₁: Si C2=620 \cap C3= 600 \cap C5= 5, \cap C6= Otros tipos de vegetacion

Estado= frío

Regla 1 de Ev₁ : Si C2=0.5,

Estado = débil

Regla 1 de En₈ : Si C2=180 \cap C3= 160 \cap C5= 7 \cap ...,

Estado = seco

Tabla 5.3 Reglas semánticas

Fg	Estado	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
En ₁	Caliente	600	600	-	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
En ₁	Frio	620	600	-	5	Otros tipos de vegetacion	-	-	-	-
Ev ₁	Débil	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
En ₈	Seco	180	160	-	7	-	9	-	13	-

Las reglas descritas anteriormente son solo una muestra de las *reglas semánticas*, esto considerando que se indica su estructura y funcionamiento.

En *datos bitemporales* se actualiza la información. Primero se ingresan los datos de cada uno de los *subFg* en el *t* inicial, cada cambio que ocurre en el transcurso del análisis es almacenado, ya sea en el momento o posteriormente. En el anexo A se encuentran algunos datos bitemporales, los primeros quince registros forman parte del estado inicial del área de estudio, los siguientes indica que ocurrió un cambio; cada vez que ingresa un cambio lo hace indicando los campos que le corresponden, exceptuando *Estado* que se actualiza utilizando las *reglas semánticas*. De esta forma se indica su estructura.

La tabla de *reglas lógicas* se actualiza cada vez que un *Fg* sufre un cambio de *Estado*; cuando esto sucede se busca la intersección de los *Fg* involucrados, se agregan el nuevo *Estado* del *Fg* que sufrió el cambio y el *t* de ocurrencia. En la tabla 5.4 se ejemplifica una regla generada a partir del siguiente escenario: la *En₁* (Manglar) tiene un *Estado*, en *t*= 1996 ocurre el *Ev₁* (Lluvia), ocasionando que *En₁* modifique su *Estado* (frío).

Tabla 5.4 Reglas lógicas

	En ₁	En ₂	Ev ₁
Ev ₁	frio,1996		

En la tabla 5.4 se describe la estructura de las reglas lógicas.

El *índice de operaciones* es un repositorio que almacena los algoritmos que realizan las operaciones del *METS*, la tabla 5.5 muestra su organización y los argumentos que necesita cada uno de ellos; en este caso se muestran los generales, pero se pueden agregar los algoritmos que se consideren necesarios, tanto generales como particulares.

Tabla 5.5 Índice de operaciones

Categoría	Operación	Argumentos
General	Igualdad	F_g, t_x, t_y
General	Diferencia	F_g, t_x, t_y
General	Diferencia total	t_x, t_y
General	Momento de cambio	F_g
General	Historia	F_g
General	Relaciones	F_g
General	Situación	t_x
General	Evolución	F_g
General	Verificar	F_g, t_x

La *bde* se compone de una matriz que representa el área de estudio y sus componentes son los *subFg*, recordar que los datos se encuentran en un grid. En la tabla 5.6 se muestra la matriz utilizada por los ejemplos de la sección 5.1.8, dicha imagen está compuesta por 15 x 28 píxeles¹; en esta ocasión se identifican los *subFg* con números consecutivos, pero es común hacerlo utilizando coordenadas.

Tabla 5.6 BDE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255
256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285
286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315
316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345
346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405
406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420

Debido a su estructura, las *reglas espacio-temporales* se consideran sentencias condicionantes; por lo cual, se integran a través de la implantación programando funciones.

5.1.8 Operaciones

¹

Por cuestiones de simplificación solo se tomó un fragmento del área de estudio, lo cual también aplica a los datos atributivos del grid, que son bastante extensos.

Para una mejor apreciación de los cambios se analiza un área de menor tamaño, la cual se localiza dentro del círculo en la figura 5.4, sus datos atributivos se encuentran en las tablas del anexo A.

A continuación se describen ejemplos de las operaciones del *METS*.

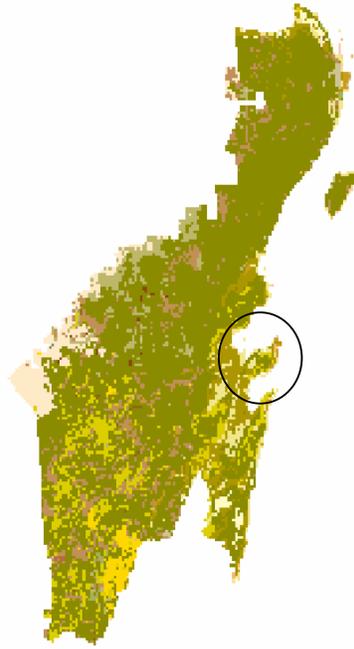


Figura 5.4 Área elegida

Igualdad

Aplicando este operador a la *En* Manglar.

$t_x=1996$ y $t_y=2000$, $k \geq 1$ hasta 9

$$\bigcap_{k=1}^n Fg_{a-k}^{t_x} = \bigcap_{k=1}^n Fg_{a-k}^{t_y}$$

aplica a los datos atributivos, y dado que los valores de los *Comp* se mantienen, se cumple;

$$\bigcup_{j=1}^m Fg_{aj-}^{t_x} = \bigcup_{j=1}^m Fg_{aj-}^{t_y}$$

aplica a los datos espaciales, se descubre que existen *subFg* que han sufrido cambios, comparar las figuras 5.5 (t_x) y 5.6 (t_y), por lo cual no se satisface. Se concluye que la *En* no es igual porque ha sufrido un cambio espacial.

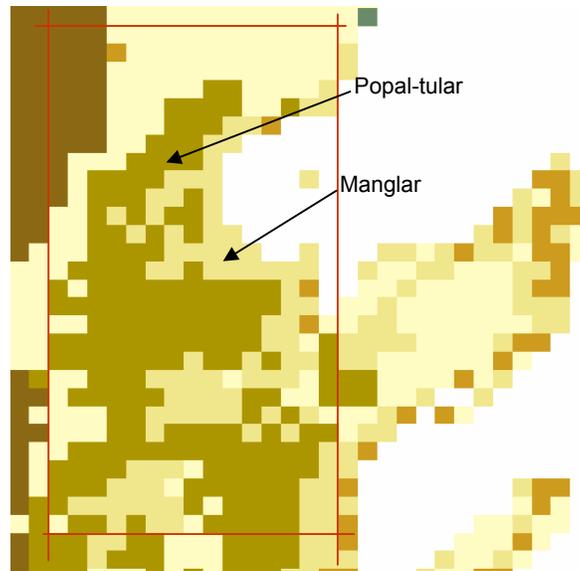


Figura 5.5 En en t_x

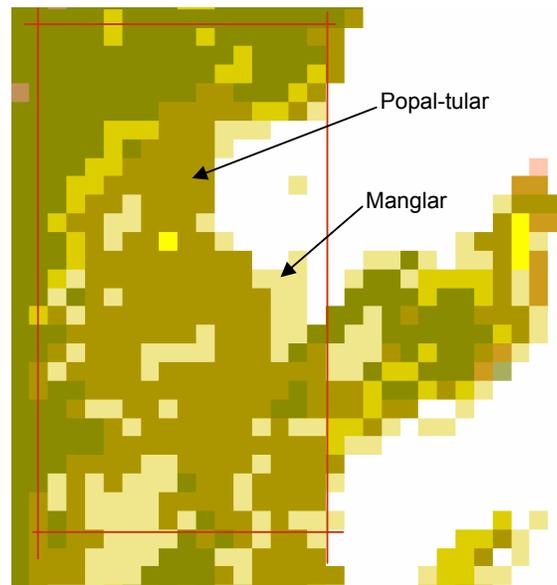


Figura 5.6 En en t_y

Diferencia

Para ejemplificar esta operación se utiliza la *En Manglar*.

$k \geq 1$ hasta 9, $t_2 = 2000$ y $t_1 = 1996$

$$\Delta = Fg_{a-k}^{t_2} - Fg_{a-k}^{t_1}$$

aplica a los datos atributivos, realiza una comparación entre cada uno de los *Comp* del *Fg* con su igual de un t diferente. De acuerdo a los datos del anexo A son pocos los *subFg* con diferencia, ver la tabla 5.7.

Tabla 5.7 Diferencia

t	subFg	Fg	Cod	Mod	Subc	Numfor	Forma	Nums	Subforma	Numt	Tipo
1996	194	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion Selvas	9	Vegetacion hidrofila
2000	194	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		9	Vegetacion hidrofila
1996	208	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion Selvas	9	Vegetacion hidrofila
2000	208	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		9	Vegetacion hidrofila
1996	223	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion Selvas	9	Vegetacion hidrofila
2000	223	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		9	Vegetacion hidrofila
1996	238	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion Selvas	9	Vegetacion hidrofila
2000	238	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		9	Vegetacion hidrofila

Diferencia total

Determina la existencia de cambios en los Fg de toda el área de estudio.

$t_2=2000$ y $t_1=1996$

$$\Delta = \sum_{i=0}^n Fg_{i--}^{t_2} - \sum_{i=0}^n Fg_{i--}^{t_1}$$

realiza una comparación del área de estudio en diferentes t , detectando aquellos $subFg$ que han sufrido un cambio a nivel En , en las figuras 5.7 y 5.8 pueden observarse algunos de ellos, y la tabla 5.8 muestra un grupo de los mismos.

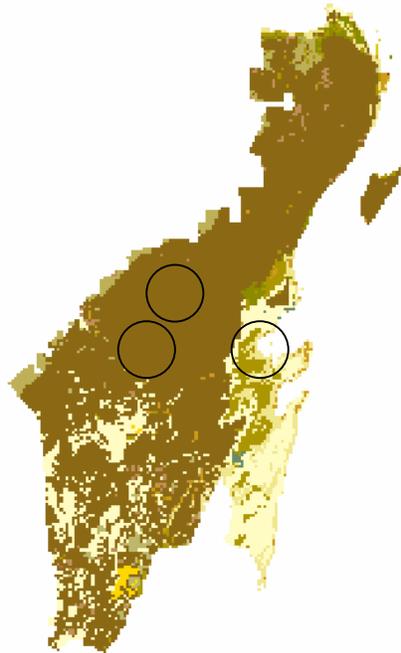


Figura 5.7 En en t_1

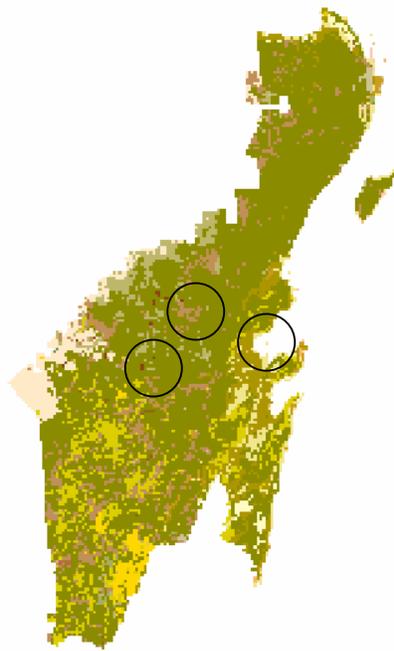


Figura 5.8 En en t_2

Tabla 5.8 Diferencia total

subFg	1996	2000
141	Manglar	Popal-tular
142	Manglar	Popal-tular
144	Manglar	Popal-tular
156	Manglar	Popal-tular
170	Manglar	Popal-tular
174	Manglar	Popal-tular
187	Manglar	Popal-tular
188	Manglar	Popal-tular
189	Manglar	Popal-tular

Momento de cambio

Con la información de la *En* Manglar.

$k \geq 1$ hasta 9, $x \geq 1$ hasta n

$$\Delta = Fg_{a-k}^{t_x} - Fg_{a-k}^{t_{x-1}}$$

compara cada uno de los *Comp* en t_x con su igual que corresponde a t_{x-1} , y así sucesivamente con los diferentes t ; cuando encuentra un cambio muestra el t de su ocurrencia, la tabla 5.9 muestra algunos *subFg* de la *En* Manglar que sufrieron cambios en el componente *Subforma*.

Tabla 5.9 Momento de cambio

subFg	Fg	Subforma (tx)	Subforma (tx-1)	t
194	Manglar	Otras coberturas de vegetacion	Selvas	2000
208	Manglar	Otras coberturas de vegetacion	Selvas	2000
223	Manglar	Otras coberturas de vegetacion	Selvas	2000
238	Manglar	Otras coberturas de vegetacion	Selvas	2000

Historia

Utilizando la *En* Manglar.

$k \geq 1$ hasta 9, $j \geq 1$ hasta p (número de *subFg*), $x \geq 0$ hasta n

$$\bigcup_{x=0}^n Fg_{ajk}^{t_x}$$

aplica en un *Fg* para conocer sus datos a través del tiempo, en la tabla 5.10 se muestra un grupo de ellos.

Tabla 5.10 Historia

De acuerdo con la información de la *En* Manglar descrita en la tabla 5.4, se determina la existencia de una *Re* con el *Ev* Lluvia cuando $t=1996$; la tabla 5.11 ilustra este resultado.

Tabla 5.11 Relaciones

Fg afectador	Relación	Fg afectado	t
Lluvia	frío	Manglar	1996

Situación

$$\sum_{i=0}^n Fg_{i--}^t$$

aplica al área de estudio para conocer su situación en un t , observar la figura 5.5 y la tabla del anexo A con $t=1996$.

Evolución

Utilizando la *En* Manglar.

$$\bigcup_{x=1}^n Estado (Fg_{a--}^{t_x})$$

su resultado es un listado de los *Estados* que ha tenido determinado *Fg* a través del tiempo, la tabla 5.12 muestra la evolución de la *En* Manglar, en este caso sólo ha tenido un *Estado*.

Tabla 5.12 Evolución

Fg	Estado	t _{inicial}	t _{final}
Manglar	Caliente	1996	2000

Verificar.

Utilizando la *En* Manglar.

$k \geq 1$ hasta 9, $t=1996$

$$\bigcap_{k=1}^n Fg_{i-k}^t$$

se utiliza para conocer los *Comp* de un *Fg* en t , en la tabla 5.13 se encuentran algunos de los *subFg*.

Tabla 5.13 Verificar

subFg	Cod	Mod	Subc	Numfor	Forma	Nums	Subforma	Numt	Tipo
85	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

86	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
99	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	<u>Otras coberturas de vegetacion</u>	9	Vegetacion hidrofila
100	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
114	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
127	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	<u>Otras coberturas de vegetacion</u>	9	Vegetacion hidrofila
128	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
129	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
134	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	<u>Otras coberturas de vegetacion</u>	9	Vegetacion hidrofila
141	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
142	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
144	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
170	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
172	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
174	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
175	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
187	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
188	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
189	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
190	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
191	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
194	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
201	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
202	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
204	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
205	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
206	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
207	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
208	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
209	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

5.2 Conclusiones

El objetivo del *METS* es ayudar al análisis espacio-temporal de los elementos de un área específica, para ello utiliza reglas espacio-temporales, semánticas y lógicas, y operadores espacio-temporales. Sin embargo, el modelo no solo cubre las necesidades del caso de estudio, además tiene la capacidad de aplicarse a diversas situaciones que requieran de un análisis espacio-temporal. Las condiciones para la aplicación de esta metodología son descritas en las directrices del modelo, si el nuevo caso de estudio puede analizarse bajo ellas, entonces el modelo puede aplicarse.

Una aplicación *SIGT*, la cual esta basada en modelos, debe cumplir con ciertas definiciones para ser considerado como tal, la comunidad especializada lo define de acuerdo con un conjunto de requerimientos y funciones; el *METS* satisface esas definiciones. Existen softwares comerciales que realizan funciones similares a las desarrolladas en este trabajo de tesis, la tabla 5.14 ilustra una comparación entre ellos.

Tabla 5.14 Comparación

Software	Almacenamiento	SIG	Operadores	Semántica	Lógica	Ingreso Algoritmos
STEMgis	Raster completos	si	si	no	no	no
4DataLink	Redes	si	si	no	no	no
TerraSeer	Raster completos	no	si	no	no	no
METS	Actualizaciones	si	si	si	si	si

Capítulo 6. Conclusiones y trabajo a futuro

6.1 Conclusiones

En la actualidad, la gran mayoría de los *SIG* administran, manipulan y procesan la información de los objetos geográficos; pero pocos interactúan con el concepto *temporal* de estos mismos objetos geográficos. El concepto *temporal* hace referencia al tiempo que transcurre en un área geográfica, durante el cual los objetos geográficos y las relaciones entre ellos, pueden sufrir alteraciones.

Es preciso contemplar la gestión de espacio y tiempo en un mismo enfoque, integrando las características de ambos como soporte en la administración de este tipo de información. La manipulación de esa información *espacio-temporal* no se limita a incluir atributos temporales que permitan registrar ese cambio, sino que necesita la definición de nuevos modelos de datos que permitan recoger la semántica de ese cambio, junto con lenguajes que permitan la recuperación y manipulación de una forma eficiente.

Las *Bases de Datos Espacio-Temporales (BDET)* son la continuación al proceso evolutivo que han presentado las Bases de Datos, debido a que agregan una dimensión a los objetos que se manejan en las *BDE*, con lo cual se cubren las dimensiones de los objetos que se encuentran en la realidad.

El diseño de las *BDET* se basa en un *modelo espacio-temporal (MET)*.

La meta era encontrar un modelo que ayudara al estudio de la desaparición de los manglares en el área de Quintana Roo, objetivo que fue alcanzado; pero el modelo no solo cubre las necesidades del caso de estudio, también tiene la capacidad de aplicarse a diversas situaciones que requieran de un análisis espacio-temporal. Las condiciones para la aplicación de esta metodología son descritas en las directrices del modelo, si el nuevo caso de estudio puede analizarse bajo ellas, entonces el modelo puede aplicarse. Algunas áreas de aplicación podrían ser catastro, uso de suelo, ecología (monitoreo de flora y fauna), meteorología, estudio del cambio climático, entre otras.

Además de lo anterior, existe la posibilidad de aplicar el *METS* en casos de estudio cuya información se encuentre en formato vectorial, para ello es necesario estudiar las implicaciones de los *subFg* en dicho formato.

La aportación de este trabajo, o lo que diferencia al *METS* dentro del estado del arte, es la existencia de reglas semánticas, lógicas, espacio-temporales, desarrollo de operadores, diseño de la *BDET*, y la integración de estos conceptos.

Uno de estos conceptos es el uso de *reglas semánticas*, las cuales pueden causar un poco de trabajo al cargarlas, pero este proceso solo se realiza una vez, y los beneficios obtenidos son considerables; en su ingreso tal vez se necesite el apoyo de un especialista, pero una vez terminado, esa colaboración se reduce considerablemente.

El concepto *Estado* facilita al usuario identificar que está ocurriendo, debido a la asimilación de un *concepto cualitativo*, en vez de un conjunto *de valores cuantitativos*; para un usuario experto es fácil trabajar con el conjunto de valores cuantitativos, pero el usuario que no cuenta con esa experiencia asimila mejor el concepto cualitativo. Lo mismo sucede con las *Re*, de hecho facilita enormemente la interpretación de los escenarios porque las interacciones pueden reducirse a una representación donde solo interfieren tres elementos.

Al utilizar *reglas lógicas, semánticas, espacio-temporales, y operadores*, se genera conocimiento del área de estudio a partir de un conjunto inicial de datos y reglas. Gracias a este conocimiento, el *METS* tiene la capacidad de trabajar con la *evolución y movimiento* de los *Fg*, y posteriormente obtener su *ruta espacio-temporal*.

La convivencia de *Fg* en una ubicación espacio-temporal, no necesariamente al 100%, es un concepto desarrollado en el modelo; el cual permite unificar los dos planos en uno, mismo que es definido por las reglas espacio-temporales.

La estructura del modelo permite agregar operadores generales o particulares, solo es necesario actualizar el *índice de operaciones*. Por ejemplo, para detectar la intersección espacio-temporal de dos *Fg* puede desarrollarse un operador nuevo o auxiliarse de los existentes, en cuyo caso se aplica el operador *Historia* a cada uno de los *Fg* y se detecta la existencia de tal intersección.

La *BDET* satisface las necesidades del caso de estudio: multigranularidad temporal, consistencia en las relaciones topológicas, consistencia en las relaciones geométricas, no redundancia en la información, optimización de memoria, optimización en los tiempos

de respuesta. La bitemporalidad de la *BDET* mejora su desempeño al incluir una descripción de todos los elementos de interés. Los índices de *Fg*, y operaciones, optimizan su funcionalidad.

Al igual que el *METS*, la *BDET* puede aplicarse a diferentes situaciones y entornos, debido al diseño de su estructura.

El diseño lógico de la implantación del *METS* y la *BDET* define y delimita las capacidades de cada uno de los componentes, proporcionando libertad para realizarlos en diferentes lenguajes de programación, plataformas, SMBD, etc.

El ingreso de información puede realizarse de forma manual o automática, además debe considerarse su formato, ya que él depende la *bde* y su posterior manipulación. La validación de parámetros parece redundante, pero evita errores; su valía se comprueba cuando se ingresan datos manualmente. Las *reglas semánticas* y *espacio-temporales* se ingresan directamente a la *BDET*, las *reglas lógicas* se generan, e ingresan, conforme avanza el estudio y de acuerdo con las interacciones que suceden en el área de estudio.

Las operaciones generales y particulares permiten utilizar la aplicación en entornos y situaciones diferentes, reutilizando aquellos algoritmos desarrollados previamente. Además existe la posibilidad de agregar los propios del estudio en cuestión, de esta forma se otorga libertad para robustecer el *índice de operaciones* con la cantidad de operaciones que se necesiten.

El formato de la visualización de los datos de salida es elegida por el usuario, y una vez generada no es almacenada; es decir, para revisar un resultado previamente solicitado, es necesario realizar nuevamente la consulta especificada anteriormente.

La panacea de esta área de investigación es agregar la dimensión temporal a las estructuras que definen los objetos, este trabajo logra esta asimilación, por lo menos en un pequeño porcentaje; ya que satisface los requerimientos de un modelo espacio-temporal, y soluciona las necesidades de los problemas para los cuales fue diseñado.

6.2 Trabajo a futuro

El estudio del *METS* con información en formato vectorial, lo cual es más difícil debido a la definición espacial de los objetos; pero el concepto *SubFg* puede ser de gran ayuda.

Los *SubFg* pueden ser los puntos o líneas que integran las líneas o polígonos, respectivamente.

El modelo puede robustecerse al incluir otros conceptos, tales como tiempo cíclico, zoom temporal, o zoom espacio-temporal, entre otros. El primero ocurre en casos de estudio donde la noción de precedencia es flexible, ya que cualquier elemento puede suceder “antes” y “después” de cualquier otro, para ello se desarrollan sus propios conceptos. Para agregar estos conceptos es necesaria una redefinición de los propios del modelo, y quizá incluir algunos nuevos; lo mismo sucede con las *reglas espacio-temporales*.

El *zoom temporal* hace referencia a cambiar la *granularidad* de una consulta en cualquier momento; para ello es necesario realizar cambios a los operadores, modificar *reglas espacio-temporales*; *administración de datos* y *visualización de datos* también sufrirían cambios. *Zoom espacio-temporal* realiza *zoom espacial* y *temporal* simultáneamente, ocasionando dos adecuaciones, una contemplando el *zoom temporal*, y otra adecuando la manipulación espacial.

El *METS* puede ser la base para desarrollar una herramienta más compleja que incluya un modelo más robusto, el manejo de una ontología y una base de conocimiento; con lo cual puede ser útil para el diseño de una ontología espacio-temporal de diversos dominios de aplicación.

Pueden existir casos de estudio que ligan varios *Estados* a un *Fg*, en tal caso el modelo necesita adecuaciones en algunas de sus definiciones, reglas semánticas, y reglas lógicas.

La aplicación también puede incluir nuevas capacidades, como agregar o modificar las reglas o granularidades en cualquier momento, almacenar el resultado de las consultas realizadas, etc.

Referencias

[1] Adamu A., Khaddaj S., Morad M. *The Semantics for the Determination of Temporal Relationships for Geographical Objects*. GeoComputation 2001, University of Queensland, (2001).

[2] A. U. Frank, I. Campari, U. Formentini (eds.). *International Conference GIS- From Space to Territory: Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space*, Pisa, Italy, September 1992. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 639, Springer-Verlag, 1992.

[3] Camossi E., Bertolotto M., Bertino E., Guerrini G. *A multigranular spatiotemporal data model*. Proceedings of the 11th ACM international symposium on Advances in geographic information systems, p.94-101, November 07-08, 2003, New Orleans, Louisiana, USA

[4] Christakos G., Bogaert P., Serre M. *Temporal GIS: Advanced Functions for Field-Based Applications*. Springer, 2002.

[5] de Caluwe R., de Tré G., Bordogna G.(eds.). *Spatio-Temporal Databases: Flexible Querying and Reasoning*. Springer, 2004.

[6] Egenhofer M., Golledge R.(eds). *Time in geographic space: Report on the specialist meeting of research initiative 10*. National Center for Geographic Information and Analysis, Report 94-9, 1994.

[7] Egenhofer Max J., Mark David M. *Naive Geography*. COSIT 1995, Semmering, Austria, in : A. Frank and W. Kuhn (eds.), Lecture Notes in Computer Science, Vol. 988, Springer-Verlag, pp.1-15, 1995.

[8] Egenhofer Max, Golledge Reginald G. (eds.). *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*. Oxford University Press, 1998.

[9] Herold M., Goldstein N., Clarke K. *The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling*. Remote Sensing of Environment 86 (2003) 286-302.

- [10] Hornsby K., Egenhofer M. *Shifts in Detail Through Temporal Zooming*. In : Tjoa A., Cammelli A., Wagner R. (Eds). Tenth International Workshop on Database and Expert Systems Applications, Florence, Italy, IEEE Computer Society. pp. 487-491, 1999.
- [11] Hornsby K. *Temporal Zooming*. Transactions in GIS 5(3): 255-272, 2001.
- [12] Hornsby K., Egenhofer M. *Identity-Based Change: A Foundation for Spatio-Temporal Knowledge Representation*. International Journal of Geographic Information Science 14(3): 207-224.
- [13] Hornsby K., Egenhofer M. *Modeling moving objects over multiple granularities. Special issue on Spatial and Temporal Granularity*, Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, Kluwer Academic Press, 2002.
- [14] Langran, G. *Time in geographic information systems*. London: Taylor & Francis, 1992.
- [15] Mountrakis G., Agouris P., Stefanidis A. A Differential Spatio-temporal Model: Primitives and Operators. *Advances in Spatial Data Handling*, pp. 255-268, July 2002, Ottawa, Canada.
- [16] Navarro E., García-Consuegra J., Lorentzos N. *Bases de Datos: Persistencia del Espacio-Tiempo*. Reporte técnico, Departamento de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2001.
- [17] Roosmann, R, et. al., *Modelling spatiotemporal objects and processes as a basis for monitoring the environmental influences caused by deep hard coal mining*, MathMod Proceedings ARGESIM-Reports, Wien, 2003
- [18] Tryfona Nectaria and Christian S. Jensen ,*Using Abstractions for Spatiotemporal Conceptual Modeling*. 2000 ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2000), Como, Italy. ACM Press Proceedings.
- [19] Wachowicz M. *Object-Oriented Design for Temporal GIS*. Taylor & Francis, 1999.
- [20] Worboys M. *Event-oriented approaches to geographic phenomena*. International Journal of Geographic Information Systems, Volume 19, Number 1, January 2005, pp. 1-28.

[21] Worboys M.. *A Generic Model for Spatio-Bitemporal Geographic Information*, in: Max J. Egenhofer, Reginald G.Golledge (eds.), *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*. Oxford University Press, pp. 25-39, 1998. ISBN: 0-19-510342-4.

[22]<http://www.greenpeace.org/mexico/campaigns/bosques-y-selvas-de-m-eacute-x/manglares/aspectos-relevantes>

[23] <http://www.mexicoforestal.gob.mx/contenido.php?contenido=manglares>

[24] <http://revista.consumer.es/web/es/20030201/medioambiente/>

[25] <http://buscon.rae.es/draeI/>

Anexo A. Datos del caso de estudio

Datos bitemporales

subFg	Fg	tv	tt	Codigoifn	Modifica	Subcomuni	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
196	En ₄	1996	2000	340	340	Vegetacion primaria	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia
197	En ₆	1996	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
198	En ₆	1996	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
199	En ₆	1996	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
200	En ₆	1996	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
201	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
202	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
203	En ₆	1996	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
204	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
205	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
206	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
207	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
208	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	tv	tt	Codigoifn	Modifica	Subcomuni	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
209	En ₁	1996	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
210		1996	2000									
197	En ₁	2000	2000	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
201	En ₆	2000	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
202	En ₆	2000	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
204	En ₆	2000	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
205	En ₆	2000	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
206	En ₆	2000	2000	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

Datos del área elegida con t=1996 (sección 5.1.8)

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
1	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
2	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
3	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
4	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
5	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
6	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
7	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
8	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
9	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
10	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
11	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
12	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
13	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
14	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
15	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
16	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
17	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
18	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
19	Cuerpo de agua	820	820		9	Otras coberturas	12	Cuerpo de agua	18	Cuerpo de agua
20	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
21	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
22	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
23	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
24	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
25	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
26	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
27	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
28	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
29	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
30	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
31	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
32	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
33	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
34	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
35	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
36	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
37	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
38	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
39	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
40	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
41	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
42	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
43	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
44	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
45	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
46	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
47	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
48	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
49	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
50	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
51	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
52	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
53	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
54	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
55	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
56	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
57	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
58	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
59	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
60	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
61	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
62	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
63	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
64	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
65	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
66	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
67	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
68	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
69	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
70	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
71	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
72	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
73	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
74	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
75	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
76	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
77	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
78	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
79	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
80	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
81	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
82	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
83	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
84	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
85	Manglar	600	600		4	Vegetacion	4	Otras	9	Vegetacion

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
106	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
107	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
108	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
109	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
110	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
111	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
112	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
113	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
114	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
115										
116										
117										
118										
119										
120										
121	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
122	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
123	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
124	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
125	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
126	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
127	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
128	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
129	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
130										
131										
132										
133										
134	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
135										
136	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
137	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
138	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
139	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
140	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
141	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
142	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
164										
165										
166	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
167	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
168	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
169	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
170	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
171	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
172	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
173	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
174	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
175	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
176										
177										
178										
179										
180										
181	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
182	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia

183	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
184	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
185	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
186	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
187	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
188	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
189	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
190	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
191	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
192										
193										
194	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
195										
196	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
197	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
198	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
199	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
200	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
201	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
202	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
203	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
204	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
205	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
206	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
207	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
208	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
209	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
210										
211	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
212	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
213	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
214	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
215	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
216	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
217	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
218	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
219	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
220	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
221	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
222	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
223	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
224	Cuerpo de agua	820	820		9	Otras coberturas	12	Cuerpo de agua	18	Cuerpo de agua
225										
226	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
227	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
228	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
229	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
230	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
231	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
232	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
233	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
234	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
235	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
236	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
237	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
238	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
239	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
240										
241	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
242	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
243	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
244	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
245	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
246	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
247	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
248	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
249	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
250	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
251	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
252	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
253	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
254	Cuerpo de agua	820	820		9	Otras coberturas	12	Cuerpo de agua	18	Cuerpo de agua
255	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
256	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
257	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
258	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
259	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
260	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
261	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
262	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
263	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
264	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
265	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
266	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
267	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
268	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
269	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
270	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
271	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
272	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
273	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
274	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
275	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
276	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
277	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
278	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
279	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
280	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
281	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
282	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
283	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
284	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
285	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
286	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
287	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
288	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
289	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
290	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
291	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
292	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
293	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
294	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
295	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
296	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
297	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
298	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
299	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
300	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
301	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
302	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
303	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
304	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
305	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
306	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
307	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
308	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
309	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
310	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
311	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
312	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
313	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
314	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
315	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
316	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
317	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
318	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
319	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
320	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
321	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
322	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
323	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
324	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
325	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
326	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
327	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
328	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
329	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
330	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
331	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
332	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
333	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
334	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
335	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
336	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
337	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
338	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
339	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
340	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
341	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
342	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
343	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
344	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
345	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
346	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
347	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
348	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
349	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
350	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
351	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
352	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
353	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
354	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
355	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
356	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
357	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
358	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
359	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
360	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
361	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
362	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
363	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
364	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
365	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
366	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
367	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
368	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
369	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
370	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
371	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
372	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
373	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
374	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
375	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
376	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
377	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
378	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
379	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
380	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
381	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
382	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
383	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
384	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
385	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
386	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
387	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
388	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
389	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
390	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
391	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
392	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
393	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
394	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
395	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
396	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
397	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
398	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
399	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
400	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
401	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
402	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
403	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
404	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
405	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
406	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
407	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
408	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
409	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetación	9	Vegetacion hidrofila
410	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
411	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
412	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
413	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
414	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
415	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
416	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
417	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
418	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
419	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
420	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila

Datos del área elegida con t=2000 (sección 5.1.8)

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
1	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
2	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
3	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
4	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
5	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
6	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
7	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
8	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
9	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
10	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
11	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
12	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
13	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
14	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
15	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
16	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
17	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
18	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
19	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
20	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
21	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
22	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
23	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
24	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
25	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
26	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
27	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
28	Selva alta y mediana	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
29	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
30	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
31	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
32	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
33	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
34	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
35	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
36	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
37	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
38	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
39	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
40	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
41	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
42	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
43	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
44	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
45	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
46	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
47	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
48	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
49	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
50	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
51	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
52	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
53	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
54	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
55	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
56	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
57	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
58	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
59	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
60	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
61	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
62	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
63	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
64	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
65	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
66	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
67	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
68	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
69	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
70	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
71	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
73	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
74	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
75	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
76	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
77	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
78	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
79	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
80	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
81	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
82	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
83	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
84	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
85	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
86	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
87	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
88										
89										
90										
91	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
92	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
93	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
94	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
95	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
96	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
97	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
98	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
99	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
100	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
101										
102										
103										
104										
105										
106	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
108	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
109	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
110	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
111	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
112	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
113	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
114	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
115										
116										
117										
118										
119										
120										
121	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
122	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
123	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
124	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
125	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
126	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
127	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
128	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
129	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
130										
131										
132										
133										
134	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
135										
136	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
137	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
138	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
139	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
140	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
141	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
142	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

143	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
144	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
145										
146										
147										
148										
149										
150										
151	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
152	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
153	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
154	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
155	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
156	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
157	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
158	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
159	Manglar	600	600		4	Vegetacion	4	Otras	9	Vegetacion

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
-------	----	-----------	------------	------------	----------	-------	------------	------------	---------	------

160
161
162
163
164
165

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
166	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas		6 Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
167	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
168	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
169	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
170	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
171	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
172	Area sin vegetacion aparente	800	800		5	Otros tipos de vegetacion	4	Otras coberturas de vegetacion	11	Area sin vegetacion aparente
173	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
174	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
175	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

hidrofila

coberturas de vegetacion

hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
176								de vegetacion		
177										
178										
179										
180										
181	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
182	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
183	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
184	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
185	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
186	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
187	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
188	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
189	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
190	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
191	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion	4	Otras	9	Vegetacion

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
192						hidrofila		coberturas de vegetacion		hidrofila
193										
194	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Selvas	9	Vegetacion hidrofila
195										
196	Selva baja subperennifolia	340	340	Vegetacion primaria y vegetacion secundaria arborea	2	Selvas	2	Selvas	5	Selva perennifolia y subperennifolia
197	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
198	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
199	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
200	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
201	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
202	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
203	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
204	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
205	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

206	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
207	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
208	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Selvas	9	Vegetacion hidrofila
209	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
210										
211	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
212	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
213	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
214	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
215	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
216	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
217	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
218	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
219	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion	4	Otras	9	Vegetacion

					hidrofila		coberturas de vegetacion		hidrofila
220	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
221	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
222	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
223	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Selvas	9	Vegetacion hidrofila
224	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
225									
226	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
227	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
228	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
229	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
230	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
231	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
232	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
233	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	de vegetacion Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila
234	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
235	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
236	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
237	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
238	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Selvas	9	Vegetacion hidrofila
239	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
240										
241	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
242	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
243	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
244	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
245	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

246	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
247	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
248	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
249	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
250	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
251	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
252	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
253	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
254	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
255	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
256	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
257	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
258	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion	4	Otras	9	Vegetacion

						hidrofila		coberturas de vegetacion		hidrofila
259	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
260	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
261	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
262	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
263	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
264	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
265	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
266	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
267	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
268	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
269	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
270	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

271	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	de vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
272	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
273	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
274	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
275	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
276	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
277	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
278	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
279	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
280	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
281	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
282	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

283	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	de vegetacion Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
284	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
285	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
286	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
287	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
288	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
289	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
290	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
291	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
292	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
293	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
294	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo

295	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
296	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
297	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
298	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
299	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
300	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
301	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
302	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
303	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
304	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
305	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
306	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
307	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila

308	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	de vegetacion Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
309	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
310	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
311	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
312	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
313	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
314	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
315	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
316	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
317	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
318	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
319	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
320	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

321	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
322	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
323	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de	9	Vegetacion hidrofila
324	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
325	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
326	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
327	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
328	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
329	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
330	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
331	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
332	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
333	Selva alta y	311	311	Con vegetacion	2	Selvas	6	Selvas	5	Selva

334	mediana subperennifolia Popal-tular	610	610	secundaria arbustiva y herbacea	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	perennifolia y subperennifolia Vegetacion hidrofila
335	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
336	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
337	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
338	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
339	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
340	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
341	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
342	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
343	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
344	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
345	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

346	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	de vegetacion Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
347	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
348	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
349	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
350	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
351	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
352	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
353	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
354	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
355	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
356	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
357	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

358	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	vegetacion Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
359	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
360	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
361	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
362	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
363	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
364	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
365	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
366	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
367	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
368	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
369	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo

370	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
371	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
372	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
373	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
374	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
375	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
376	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
377	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
378	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
379	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
380	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
381	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

382	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
383	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
384	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunidad	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
385	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
386	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
387	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
388	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
389	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
390	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
391	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
392	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
393	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

394	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
395	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
396	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
397	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
398	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila

subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo
399	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
400	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
401	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
402	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
403	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
404	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
405	Manglar	600	600		4	Vegetacion	4	Otras	9	Vegetacion

406	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	hidrofila	coberturas de vegetacion Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia
407	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4		Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
408	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4		Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
409	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
410	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
411	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
412	Manglar	600	600		4	Vegetacion hidrofila	4		Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
subFg	Fg	Codigoifn	Modificado	Subcomunid	Numforma	Forma	Numsubform	Subformaci	Numtipo	Tipo	
413	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia	
414	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila	
415	Selva alta y mediana subperennifolia	311	311	Con vegetacion secundaria arbustiva y herbacea	2	Selvas	6	Selvas secundarias	5	Selva perennifolia y subperennifolia	
416	Popal-tular	610	610		4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila	
417	Manglar	600	600		4	Vegetacion	4	Otras	9	Vegetacion	

418	Popal-tular	610	610	4	hidrofila Vegetacion hidrofila	4	coberturas de vegetacion Otras coberturas de vegetacion	9	hidrofila Vegetacion hidrofila
419	Popal-tular	610	610	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila
420	Manglar	600	600	4	Vegetacion hidrofila	4	Otras coberturas de vegetacion	9	Vegetacion hidrofila