

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
TÉCNICO EN AGRIMENSURA**



**“SISTEMA DE INFORMACIÓN MUNICIPAL
-DETERMINACIÓN DE USUARIOS DE AGUA Y/O DRENAJE
EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
SAN JOSÉ LA ARADA, CHIQUIMULA”**

POR

WILDER ALAM LICINIO FLORES FLORES.

CHIQUIMULA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
TÉCNICO EN AGRIMENSURA

**“SISTEMA DE INFORMACIÓN MUNICIPAL
-DETERMINACIÓN DE USUARIOS DE AGUA Y/O DRENAJE
EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
SAN JOSÉ LA ARADA, CHIQUIMULA”**

INFORME

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

POR

WILDER ALAM LICINIO FLORES FLORES

Al conferírsele el título de

TÉCNICO EN AGRIMENSURA

CHIQUIMULA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
TÉCNICO EN AGRIMENSURA



RECTOR
LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera.
Secretario	Lic. Tobías Rafael Masters Cerritos
Representantes Docentes:	M.Sc. Edgar Arnoldo Casasola Chinchilla M.Sc. Felipe Nery Agustín Hernández
Representantes Estudiantiles:	Br. Eibi Estefanía Lemus Cruz MEPU. Leonel Oswaldo Guerra Flores
Representante Egresados:	Lic. Zoot. Alberto Genesio Orellana Roldán
Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon

ORGANISMO COORDINADOR DE PRÁCTICA

Coordinador de Carrera	M.Sc. Marlon Leonel Bueso Campos
Coordinador de Práctica	Ing. Agr. Jeovani Joel Rosa Pérez

ÍNDICE

Contenido.	Página
1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1. General	2
2.2. Específicos	2
3. Planteamiento del Problema	3
4. Información General del Municipio	4
4.1. Antecedentes Históricos	4
4.2. Ubicación, Extensión y Límites	4
4.3. Clima	4
4.4. Fiesta Patronal	4
5. Base de Datos Relacional	6
5.1. Características	6
5.2. Elementos	6
5.2.1. Relaciones Base y Derivadas.....	6
5.2.2. Restricciones	6
5.2.3. Dominios	7
5.2.4. Clave Única.....	7
5.2.5. Clave Primaria.....	7
5.2.6. Clave Foránea.....	7
5.2.7. Clave Índice	7
5.2.8. Procedimientos Almacenados	8
5.2.8. Estructura	8
5.3. Manipulación de la Información en Bases de Datos Relacionales	8
5.3.1. Manejadores de Bases de Datos Relacionales	9
5.4. Ventajas y Desventajas	9
5.4.1. Ventajas	9
5.4.2. Desventajas	10
5.5. Diseño	10
6. Base de Datos Espacial	10
6.1. Datos Espaciales	11
6.1.1. Puntos	12
6.1.2. Líneas	12
6.1.3. Polígonos	12
6.2. Álgebra	12
6.3. Join Espacial	13
6.4. Métodos de Acceso Espacial	13
6.5. Lenguajes de Consulta Espacial	14
6.6. Aplicaciones BDE	15
6.7. SIG Puros	15
7. Metodología para la Recolección de Información	15

7.1. Trabajo de Campo	15
7.2. Trabajo de Gabinete	15
8. Resultados.....	17
8.1. Base de Datos Relacional	17
8.1.1. Tablas	18
8.1.2. Formularios	18
8.1.3. Consultas	19
8.1.4. Informes	19
8.2. Información Gráfica	19
8.3. Diagnóstico Municipal	21
8.3.1. Estado Interno Municipal.....	21
9. Conclusiones.....	24
10. Recomendaciones.....	25
11. Bibliografía.....	26
12. Anexos	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
No. 1 Límite Municipal.....	5
No. 2 Información del mundo real realizado en capas temáticas. Datos espaciales	11
No. 3 Área de estudio San José La Arada – Chiquimula	17
No. 4 Vista de Tabla de la Base de Datos Generada.....	18
No. 5 Vista de un Formulario de la Base de Datos Generada	18
No. 6 Vista de Diseño de una Consulta de la Base de Datos Generada	19
No. 7 Vista de Impresión de un Informe de la Base de Datos Generada	19
No. 8 Mapa De Ubicación de Usuarios de Agua Potable y Drenaje del Municipio de San José La Arada – 2010-	20

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA	PÁGINA
No. 1 Escolaridad de Empleados Municipales –San José La Arada- 2010	21

1. Introducción

En un mundo globalizado y competitivo como el que actualmente alberga a la humanidad, es evidente la necesidad de brindar respuestas de manera eficaz y eficiente a las necesidades de las personas para elevar la calidad de vida de estas; la implementación de los Sistemas de Información Municipal, se hace necesaria, ya que esta es una herramienta que sistematizando y procesando información nos ayuda a tomar decisiones acertadas en temas trascendentales para los poblados.

Guatemala es principiante en esta temática, y aunque existen muchas y grandes limitaciones se ha avanzado significativamente; aún más cuando se habla de la prestación de servicios públicos a la población, son pocas las municipalidades que cuentan con sistemas eficientes para el manejo, distribución y cobro de estos servicios, primordialmente el agua potable.

En Chiquimula la realidad es la misma, ya que la mayoría de sus municipalidades no cuentan con sistemas de información municipal que permitan el mejor manejo y prestación de los servicios públicos de calidad y con equidad a la población.

San José La Arada no es la excepción, nace la necesidad de contar con un sistema de identificación de usuarios de agua potable y drenaje que permita manejar y administrar de mejor manera su estrategia de captación, distribución y cobro de estos servicios. Utilizando herramientas nuevas y revolucionarias como lo son los Sistemas de Información Municipal, se encuentra la respuesta para que las comunas satisfagan las necesidades de la población.

La propuesta de generación de un sistema de información municipal que permita manejar y administrar la información de los usuarios de drenaje y agua potable del municipio de San José La Arada, es el proyecto que hoy se presenta como parte de la práctica profesional supervisada (PPS). Dicho estudio se realizó en la cabecera municipal del municipio de San José la Arada, Chiquimula; en los meses de octubre y noviembre de 2010. Concluido este trabajo la municipalidad de San José La Arada cuenta con un sistema de información e identificación de usuarios de agua y drenaje del casco urbano del municipio.

2. OBJETIVOS:

2.1 General:

- Contribuir a mejorar la administración de la información municipal a través de la implementación de un sistema de información municipal para facilitar la toma de decisiones.

2.2 Específicos:

- Conocer el estado interno de la municipalidad en cuanto a tecnología, estructura y manejo de información.
- Recopilar información de campo para contribuir al sistema de información municipal.
- Establecer una propuesta para la integración de un sistema de información municipal.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En los tiempos actuales es imprescindible la utilización y máximo aprovechamiento de nuevas y revolucionarias herramientas, como los sistemas de información municipal. En las municipalidades de la región se desconoce la existencia y funcionamiento de dichas herramientas, una de las causas: la falta de personal capacitado; lo que lleva a tener municipalidades ineficaces, y sin ninguna planificación a seguir, entorpeciendo así el proceso de desarrollo integral de los habitantes.

Para una gestión municipal eficaz y eficiente es imprescindible contar con información territorial actual, verídica y confiable; para facilitar y agilizar el proceso de toma de decisiones que beneficie a la población en general.

La municipalidad de San José La Arada no cuenta con un sistema de información que permita identificar, manejar y administrar de forma eficiente y rápida su mecanismo de captación, distribución y cobro de servicios como el canon de agua y drenaje, por lo que se hace necesario la implementación de un sistema de información municipal que determine a los usuarios de agua potable y drenaje.

4. INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO

4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

Este municipio fue fundado el 11 de septiembre de 1924. El municipio de San José La Arada es de gran importancia para Guatemala debido a que en él Rafael Carrera enfrentó al ejército hondureño-salvadoreño, con inteligencia, debido a que conocía el área de combate, ordenó que se incendiasen los cañales y mientras estos flanqueaban cerca del río donde operaba el ejército invasor, infundiendo miedo en estos provocando que se retiraran desorganizadamente (Municipalidad de San José La Arada, 2009). Logrando una victoria positiva para Guatemala y como resultado inmediato del triunfo de las armas guatemaltecas en La Arada, una Asamblea Nacional Constituyente promulgó el 19 de octubre del año 1851, una carta fundamental del gobierno la cual establecía los principios generales para el funcionamiento de la república (Wikipedia, 2010).

4.2. Ubicación, Extensión y Límites:

El Municipio de San José La Arada se encuentra al Sur Oriente de la cabecera departamental de Chiquimula, a una distancia de 13.5 Kilómetros sobre la ruta asfaltada CA-10 y RD-6, con una Latitud Norte de $14^{\circ} 43' 28''$ y Longitud Oeste de $89^{\circ} 34' 45''$, tiene una extensión territorial de 160 Km². (Municipalidad de San José La Arada, 2009) (Véase *fig. No. 1*). El municipio de San José la Arada colinda al Norte con el municipio de Chiquimula; al este con el municipio de San Jacinto, Chiquimula; al sur con el municipio de Ipala, Chiquimula y al oeste con el municipio de Ipala, Chiquimula y San Luis Jilotepeque, Jalapa (Municipalidad de San José La Arada, 2009).

4.3 Clima:

El clima de San José La Arada esta dado por los elementos siguientes:

La Temperatura: la temperatura promedio anual oscila entre los 20 y los 25 °C, siendo menor en la parte alta del municipio y mayor en los valles, en donde se ubica la cabecera municipal.

La Evapotranspiración: la evapotranspiración potencial, se encuentra entre los 1800 mm y los 2000 mm. Anuales siendo mayor en la parte oriental del municipio.

Su Precipitación Pluvial: se encuentra entre los 500 y los 800 mm anuales, distribuidos entre los meses de mayo a octubre, que es la estación del invierno¹.

4.4. Fiesta Patronal:

Su fiesta patronal se celebra del 17 al 20 de Marzo, en honor a su Patrón San José (Municipalidad de San José La Arada, 2009).

¹ FUENTE: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Red de Estaciones Meteorológicas del INSIVUMEH, 2001.

LÍMITE MUNICIPAL, SAN JOSÉ LA ARADA, CHIQUIMULA

LEYENDA

-  Cabecera Municipal
-  Limite Municipal

ESCALA: 1/110,000

0 0.5 1 2 3 4 Kilómetros

PROYECCION DIGITAL:
GTM, ZONA 15.5 N, WGS 1984

FUENTE:
SIG-CUNORI

ELABORADO POR:
WILDER ALAM LICINIO FLORES FLORES

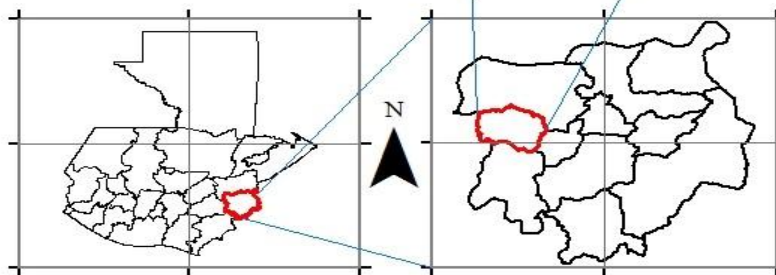
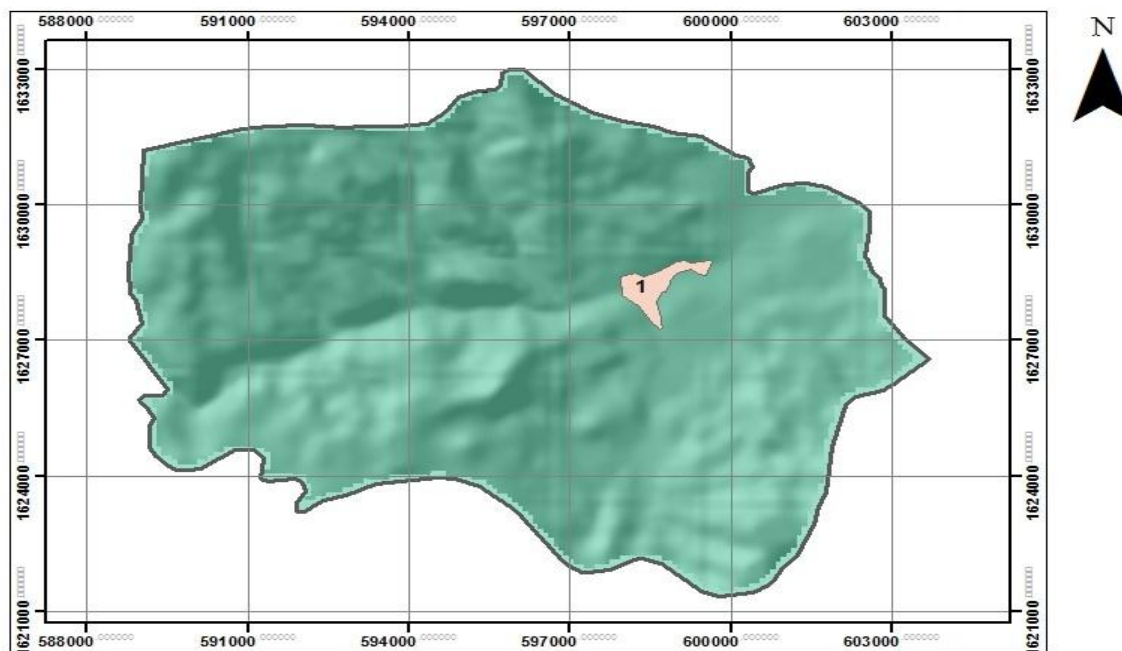


Figura No. 1: Límite Municipal – San José La Arada- Chiquimula. -2010-

5. Base de datos relacional

Es una base de datos que cumple con el modelo relacional, el cual es el modelo más utilizado en la actualidad para implementar bases de datos ya planificadas (2010). Permiten establecer interconexiones (relaciones) entre los datos (que están guardados en tablas), y a través de dichas conexiones relacionar los datos de ambas tablas, de ahí proviene su nombre: "Modelo Relacional" (Fernández Pérez, 2006).

5.1. Características

- Una base de datos relacional se compone de varias tablas o relaciones.
- No pueden existir dos tablas con el mismo nombre.
- Cada tabla es a su vez un conjunto de registros (filas y columnas).
- La relación entre una tabla padre y un hijo se lleva a cabo por medio de las claves primarias y ajenas (o foráneas).
- Las claves primarias son la clave principal de un registro dentro de una tabla y éstas deben cumplir con la integridad de datos.
- Las claves ajenas se colocan en la tabla hija, contienen el mismo valor que la clave primaria del registro padre; por medio de éstas se hacen las relaciones (Ramez, y otros, 2007).

5.2. Elementos

5.2.1 Relaciones base y derivadas

En una base de datos relacional, todos los datos se almacenan y se accede a ellos por medio de relaciones. Las relaciones que almacenan datos son llamadas "relaciones base" y su implementación es llamada "tabla". Otras relaciones no almacenan datos, pero son calculadas al aplicar operaciones relacionales. Estas relaciones son llamadas "relaciones derivadas" y su implementación es llamada "vista" o "consulta". Las relaciones derivadas son convenientes ya que expresan información de varias relaciones actuando como si fuera una sola (Ramez, y otros, 2007).

5.2.2. Restricciones

Una restricción es una condición que obliga el cumplimiento de ciertas condiciones en la base de datos. Algunas no son determinadas por los usuarios, sino que son inherentemente definidas por el simple hecho de que la base de datos sea relacional. Algunas otras restricciones las puede definir el usuario, por ejemplo, usar un campo con valores enteros entre 1 y 10 (Rob, 2003).

Las restricciones proveen un método de implementar reglas en la base de datos. Las restricciones restringen los datos que pueden ser almacenados en las tablas. Usualmente se definen usando expresiones que dan como resultado un valor booleano, indicando si los datos satisfacen la restricción o no. Las restricciones no son parte formal del modelo relacional, pero son incluidas porque juegan el rol de organizar mejor los datos. Las restricciones son muy discutidas junto con los conceptos relacionales (Rob, 2003).

5.2.3. Dominios

Un dominio describe un conjunto de posibles valores para cierto atributo. Como un dominio restringe los valores del atributo, puede ser considerado como una restricción. Matemáticamente, atribuir un dominio a un atributo significa "todos los valores de este atributo deben de ser elementos del conjunto especificado". Distintos tipos de dominios son: enteros, cadenas de texto, fecha, no procedurales etc. (Viguer, 2001).

5.2.4. Clave única

Cada tabla puede tener uno o más campos cuyos valores identifican de forma única cada registro de dicha tabla, es decir, no pueden existir dos o más registros diferentes cuyos valores en dichos campos sean idénticos. Este conjunto de campos se llama clave única. Pueden existir varias claves únicas en una determinada tabla, y a cada una de éstas suele llamársele candidata a clave primaria (Ramez, y otros, 2007).

5.2.5. Clave primaria

Una clave primaria es una clave única elegida entre todas las candidatas que define unívocamente a todos los demás atributos de la tabla, para especificar los datos que serán relacionados con las demás tablas. La forma de hacer esto es por medio de claves foráneas. Sólo puede existir una clave primaria por tabla y ningún campo de clave puede contener valores NULL (Gehrke, y otros, 2007).

5.2.6. Clave foránea

Una clave foránea es una referencia a una clave en otra tabla. Las claves foráneas no necesitan ser claves únicas en la tabla donde están y sí a donde están referenciadas. Por ejemplo, el código de departamento puede ser una clave foránea en la tabla de empleados, obviamente se permite que haya varios empleados en un mismo departamento, pero existirá sólo un departamento (Gehrke, y otros, 2007).

5.2.7. Clave índice

Las claves índices surgen con la necesidad de tener un acceso más rápido a los datos. Los índices pueden ser creados con cualquier combinación de campos de una

tabla. Las consultas que filtran registros por medio de estos campos, pueden encontrar los registros de forma no secuencial usando la clave índice. Las bases de datos relacionales incluyen múltiples técnicas de ordenamiento, cada una de ellas es óptima para cierta distribución de datos y tamaño de la relación. Los índices generalmente no se consideran parte de la base de datos, pues son un detalle agregado. Sin embargo, las claves índices son desarrolladas por el mismo grupo de programadores que las otras partes de la base de datos (Ramez, y otros, 2007).

5.2.8. Procedimientos almacenados

Un procedimiento almacenado es código ejecutable que se asocia y se almacena con la base de datos. Los procedimientos almacenados usualmente recogen y personalizan operaciones comunes, como insertar un registro dentro de una tabla, recopilar información estadística, o encapsular cálculos complejos. Son frecuentemente usados por un API por seguridad o simplicidad. Los procedimientos almacenados no son parte del modelo relacional, pero todas las implementaciones comerciales los incluyen (Rob, 2003).

5.2.9. Estructura

La base de datos se organiza en dos marcadas secciones; el esquema y los datos (o instancia) (Fernández Pérez, 2006).

El esquema es la definición de la estructura de la base de datos y principalmente almacena los siguientes datos (Fernández Pérez, 2006):

El nombre de cada tabla

El nombre de cada columna

El tipo de dato de cada columna

La tabla a la que pertenece cada columna (Fernández Pérez, 2006).

Las bases de datos relacionales pasan por un proceso al que se le conoce como normalización, el resultado de dicho proceso es un esquema que permite que la base de datos sea usada de manera óptima. Los datos o instancia es el contenido de la base de datos en un momento dado. Es en sí, el contenido de todos los registros (Ramez, y otros, 2007).

5.3. Manipulación de la información en las bases de datos relacionales:

Para manipular la información utilizamos un lenguaje relacional, actualmente se cuenta con dos lenguajes formales el álgebra relacional y el cálculo relacional. El álgebra relacional permite describir la forma de realizar una consulta, en cambio, el cálculo relacional sólo indica lo que se desea devolver. El lenguaje más común para

construir las consultas a bases de datos relacionales es SQL (Structured Query Language), un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales. En el modelo relacional los atributos deben estar explícitamente relacionados a un nombre en todas las operaciones, en cambio, el estándar SQL permite usar columnas sin nombre en conjuntos de resultados, como el asterisco taquigráfico (*) como notación de consultas (Viguer, 2001).

Al contrario del modelo relacional, el estándar SQL requiere que las columnas tengan un orden definido, lo cual es fácil de implementar en una computadora, ya que la memoria es lineal. Es de notar, sin embargo, que en SQL el orden de las columnas y los registros devueltos en cierto conjunto de resultado nunca está garantizado, a no ser que explícitamente sea especificado por el usuario (Ramez, y otros, 2007).

5.3.1. Manejadores de base de datos relacionales

Existen softwares exclusivamente dedicado a tratar con bases de datos relacionales. Este software se conoce como SGBD (Sistema de Gestión de Base de Datos relacional) o RDBMS (del inglés *Relational Database Management System*) (Rob, 2003).

Entre los gestores o manejadores actuales más populares se encuentran: MySQL, PostgreSQL, Oracle, DB2, INFORMIX, Interbase, FireBird, Sybase y Microsoft SQL Server (Rob, 2003).

5.4. Ventajas y desventajas

5.4.1. Ventajas

- Provee herramientas que garantizan evitar la duplicidad de registros (Fernández Pérez, 2006).
- Garantiza la integridad referencial, así, al eliminar un registro elimina todos los registros relacionados dependientes (Fernández Pérez, 2006).
- Favorece la normalización por ser más comprensible y aplicable (Fernández Pérez, 2006).

5.4.2. Desventajas

- Presentan deficiencias con datos gráficos, multimedia, CAD y sistemas de información geográfica (Ramez, y otros, 2007).
- No se manipulan de forma manejable los bloques de texto como tipo de dato.
- Las bases de datos orientadas a objetos (BDOO) se propusieron con el objetivo de satisfacer las necesidades de las aplicaciones anteriores y así, complementar pero no sustituir a las bases de datos relacionales (Ramez, y otros, 2007).

5.5. Diseño de las bases de datos relacionales

El primer paso para crear una base de datos, es planificar el tipo de información que se quiere almacenar en la misma, teniendo en cuenta dos aspectos: la información disponible y la información que necesitamos (Viguer, 2001).

La planificación de la estructura de la base de datos, en particular de las tablas, es vital para la gestión efectiva de la misma. El diseño de la estructura de una tabla consiste en una descripción de cada uno de los campos que componen el registro y los valores o datos que contendrá cada uno de esos campos (Viguer, 2001).

Los campos son los distintos tipos de datos que componen la tabla, por ejemplo: nombre, apellido, domicilio. La definición de un campo requiere: el nombre del campo, el tipo de campo, el ancho del campo (Viguer, 2001).

Los registros constituyen la información que va contenida en los campos de la tabla, por ejemplo: el nombre del paciente, el apellido del paciente y la dirección de este. Generalmente los diferente tipos de campos que su pueden almacenar son los siguientes: Texto (caracteres), Numérico (números), Fecha / Hora, Lógico (informaciones lógicas si/no, verdadero/falso, etc.), imágenes (Viguer, 2001).

En resumen, el principal aspecto a tener en cuenta durante el diseño de una tabla es determinar claramente los campos necesarios, definirlos en forma adecuada con un nombre especificando su tipo y su longitud (Ramez, y otros, 2007).

6. Base de datos espacial

Base de datos espacial (spatial database) es un sistema administrador de bases de datos que maneja datos existentes en un espacio o datos espaciales (véase fig. No.2) (Gehrke, y otros, 2007).

En este tipo de bases de datos es imprescindible establecer un cuadro de referencia (un SRE, Sistema de Referencia Espacial) para definir la localización y relación entre objetos, ya que los datos tratados en este tipo de bases de datos tienen un valor relativo, no es un valor absoluto. Los sistemas de referencia espacial pueden ser de dos tipos: **georreferenciados** (aquellos que se establecen sobre la superficie terrestre. Son los que normalmente se utilizan, ya que es un dominio manipulable, perceptible y que sirve de referencia) y **no georreferenciados** (son sistemas que tienen valor físico, pero que pueden ser útiles en determinadas situaciones) (Gehrke, y otros, 2007).

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada que pueda ser procesada por el lenguaje de las computadoras actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles y normalmente comienza con la

concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en capas; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas temáticas a incluir (Gehrke, y otros, 2007).

La estructuración de la información espacial procedente del mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad. En primer lugar, la necesidad de abstracción que requieren los computadores implica trabajar con primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad ha de ser reducida a puntos, líneas o polígono. En segundo lugar, existen relaciones espaciales entre los objetos geográficos que el sistema no puede obviar; la topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos puede llegar a ser muy compleja, ya que son muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad (Rob, 2003).

6.1. Datos espaciales

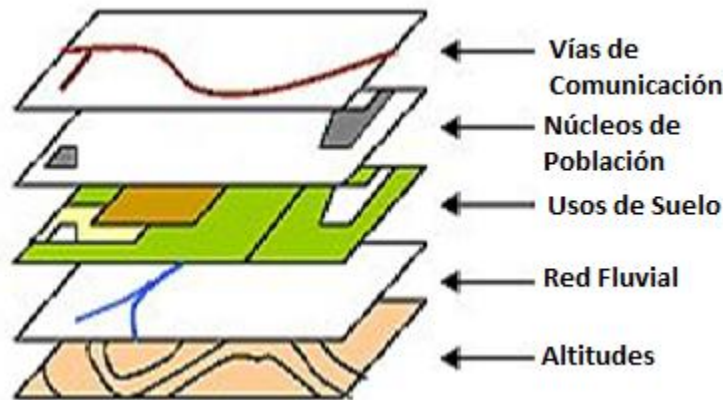


Figura No. 2: Información del mundo real realizado en capas temáticas. Datos espaciales.

Un modelo de datos geográfico es una abstracción del mundo real que emplea un conjunto de objetos dato, para soportar el despliegue de mapas, consultas, edición y análisis. Los datos geográficos, presentan la información en representaciones subjetivas a través de mapas y símbolos, que representan la geografía como formas geométricas, redes, superficies, ubicaciones e imágenes, a los cuales se les asignan sus respectivos atributos que los definen y describen. Un dato espacial es una variable asociada a una localización del espacio. Normalmente se utilizan datos vectoriales, los cuales pueden ser expresados mediante tres tipos de objetos espaciales (Wikipedia, 2010).

6.1.1. Puntos

Se encuentran determinados por las coordenadas terrestres medidas por latitud y longitud. Por ejemplo, ciudades, accidentes geográficos puntuales, hitos (Wikipedia, 2010).

6.1.2. Líneas

Objetos abiertos que cubren una distancia dada y comunican varios puntos o nodos, aunque debido a la forma esférica de la tierra también se le consideran como arcos. Líneas telefónicas, carreteras y vías de trenes son ejemplos de líneas geográficas (Wikipedia, 2010).

6.1.3. Polígonos

Figuras planas conectadas por distintas líneas u objetos cerrados que cubren un área determinada, como por ejemplo países, regiones o lagos (Gehrke, y otros, 2007).

De esta forma la información sobre puntos, líneas y polígonos se almacena como una colección de coordenadas (x, y). La ubicación de una característica puntual, pueden describirse con un sólo punto (x, y). Las características lineales, pueden almacenarse como un conjunto de puntos de coordenadas (x, y). Las características poligonales, pueden almacenarse como un circuito cerrado de coordenadas. La otra forma de expresar datos espaciales es mediante rasterización, la cual, a través de una malla que permite asociar datos a una imagen; es decir, se pueden relacionar paquetes de información a los píxeles de una imagen digitalizada (Gehrke, y otros, 2007). Los datos espaciales además se caracterizan por su naturaleza georreferenciada y multidireccional. La primera se refiere que la posición relativa o absoluta de cualquier elemento sobre el espacio contiene información valiosa, pues la localización debe considerarse explícitamente en cualquier análisis. Por multidireccional se entiende a que existen relaciones complejas no lineales, es decir que un elemento cualquiera se relaciona con su vecino y además con regiones lejanas, por lo que la relación entre todos los elementos no es unidireccional. Es decir, todos los elementos se relacionan entre sí, pero existe una relación más profunda entre los elementos más cercanos. Como destacada Tobler "todo tiene que ver con todo, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas lejanas" (Wikipedia, 2010).

6.2. Álgebra

El álgebra utilizada se denomina álgebra ROSE (RObust Spatial Extension) el cual está basada en los tipos de datos espaciales reales (STD - spatial data types), pero en este caso, los objetos no están definidos en el espacio Euclidiano continuo sino que en términos de la malla que discretiza el espacio, esto debido a que los cálculos

computacionales son discretos. Los operadores espaciales se definen de la siguiente forma (Gehrke, y otros, 2007).

Operadores de selección.

Point Query (PQ)

Dado un punto p , encontrar todos los objetos espaciales O que lo contienen.

$$PQ(p) = \{O | p \text{ pertenece a } O.G \neq \emptyset\}$$

Range or region query (WQ)

Dado un polígono P de consulta, encuentre todos los objetos O que intersecan P . Cuando P es rectangular, se llama Windows query (Wikipedia, 2010).

$$WQ(P) = \{O | O.G \cap P.G \neq \emptyset\}$$

6.2.1. Agregación espacial

Es una variante de búsqueda por vecino más cercano. Dado un objeto O' , encuentre los objetos o que tiene una mínima distancia de o' (Wikipedia, 2010).

$$NNQ(o') = \{o | \text{para todo } o: \text{dist}(o'.G, o.G) \leq \text{dist}(o'.G, o.G)\}$$

6.3. Join espacial

Es uno de los más importantes operadores. Cuando dos tablas R y S son unidas basado en un predicado espacial θ , la unión de las tablas es llamada espacial. Una variante de este operador en SIG es la superposición de mapas (map overlay). Este operador combina dos conjuntos de objetos espaciales para formar un nuevo conjunto. Las fronteras de este conjunto son determinadas por los atributos no espaciales asignados por la operación de superposición. Por ejemplo, si la operación asigna un mismo valor de un atributo no espacial a dos objetos vecinos, ellos se juntan o mezclan (Viguer, 2001).

6.4. Métodos de acceso espacial

Para evitar la revisión exhaustiva de los datos en una base de datos, se crean índices que reducen el número de elementos a visitar en la base de datos en un procesamiento de consulta. La clásica indexación por B-tree no es aplicable en el caso espacial donde no existe un orden único de los valores de claves. Es por este motivo que existen tres categorías de métodos de acceso espacial, las PAM (Point Access Method), R-Tree, las SAM (Spatial Access Method), los cuales se utilizan de acuerdo al tipo de dato en el que está la base de datos espacial ya sea raster o vectorial. ⁽¹⁾ Aunque se han creado los benchmarks que comparan diferentes métodos, los resultados no son concluyentes, pero se recomienda utilizar cualquiera de ellos. Un

índice R-tree aproxima cada geometría en un único rectángulo que la acota minimizando los espacios llamado MBR (Minimal Bounding Rectangle) y organiza una colección de objetos espaciales en una jerárquica donde las hojas contienen punteros a los datos y los nodos intermedios contienen el rectángulo mínimo que contiene a sus sub-hojas. Todas las hojas aparecen al mismo nivel. Cada entrada a una hoja es una tupla (R,O), donde R es el MBR y O es el objeto. Cada nodo intermedio es un tupla (R,P), donde R es el MBR que contiene los rectángulos hijos apuntados por P (Wikipedia, 2010).

6.5. Lenguajes de consulta espacial

Las bases de datos espaciales no tienen un conjunto de operadores que sirvan como elementos básicos para la evaluación de consultas ya que estas manejan un volumen extremadamente grande de objetos complejos no ordenados en una dimensión. Es por esto que existen algoritmos complejos para evaluar predicados espaciales. Las consultas son realizadas generalmente en SSQL (Spatial SQL) ⁽³⁾, el cual introduce, mediante extensiones, los distintos conceptos del álgebra ROSE dentro del lenguaje SQL estándar, es decir, utiliza las cláusulas SELECT-FROM-WHERE para las tres operaciones en el álgebra relacional (proyección algebraica, producto cartesiano y selección). Las tres categorías fundamentales de consultas en un sistema de información espacial son (Viguer, 2001):

Consultas exclusivamente de propiedades espaciales. Ejemplo: "Traer todos los pueblos que son cruzados por un río".

Consultas sobre propiedades no espaciales. Ejemplo: "Cuántas personas viven en Valdivia".

Consultas que combinan propiedades espaciales con no espaciales. Ej: "Traer todos los vecinos de un cuadra localizada en Los Ángeles" En el lenguaje SSQL, el ejemplo del segundo punto se escribiría de la siguiente forma. SELECT población FROM ciudades WHERE nombre= "Valdivia".

El otro tipo de consultas, para los datos obtenidos mediante rasterización, es llamado PSQL(Pictorial SQL) donde cada objeto espacial se extiende mediante un atributo *loc* (localización) el cual es referenciado en la cláusula SELECT para una salida gráfica y una cláusula específica para tratar relaciones espaciales. También se destaca en los lenguajes de modelado de la información espacial a GML que es una estructura para almacenar y compartir datos geográficos. Es una codificación del modelo geométrico de rasgo simple del OGC (Open Geospatial Consortium simple feature) usando XML. Un rasgo geográfico (geographic feature) es definido por el OGC como "una abstracción del fenómeno del mundo real, si éste está asociado con una posición relativa a la Tierra". Por tanto, es posible hacer una representación del mundo real con un conjunto de rasgos. La especificación de un rasgo viene dada por sus propiedades,

las que pueden pensarse definidas como un triple (nombre, tipo, valor). Si este rasgo es geográfico entonces la propiedad tendrá un valor geométrico. Por tanto, un rasgo simple del OGC es aquel cuya propiedad geométrica está restringida a una geometría simple en la que sus coordenadas estén definidas en dos dimensiones y en el caso de existir una curva, ésta es sujeta a una interpolación lineal (Wikipedia, 2010).

6.6. Aplicaciones BDE

Normalmente las bases de datos espaciales están asociadas a sistemas SIS (Sistemas de Información Estratégicos) o SIG (Sistemas de Información Geográfica). La información geográfica contiene una referencia territorial explícita como latitud y longitud o una referencia implícita como domicilio o código postal. Las referencias implícitas pueden ser derivadas de referencias explícitas mediante geocodificación. La información geográfica es a su vez el elemento diferenciador de un Sistema de Información Geográfica frente a otro tipo de Sistemas de Información; así, la particular naturaleza de este tipo de información contiene dos vertientes diferentes: por un lado está la vertiente espacial y por otro la vertiente temática de los datos. Mientras otros Sistemas de Información contienen sólo datos alfanuméricos (nombres, direcciones, números de cuenta, etc.), las bases de datos de un SIG integran además la delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos. Las implementaciones de bases de datos espaciales se dividen en tres campos (Wikipedia, 2010).

6.7. SIG Puros

Son bases de datos espaciales sin ninguna capa intermedia, realizan las operaciones de selección espacial de manera nativa. Son modulares, extensibles y normalmente con una interfaz amigable. Aunque también son capaces de generar una interfaz gráfica amigable para las bases de datos comunes, de tal manera de utilizar datos espaciales ya almacenados en estas tecnologías. Bases de datos con extensiones para bases de datos espaciales Son sistemas de bases de datos normales a los cuales se les agrega una capa para el manejo de la geometría y hacer el "traspaso" desde datos comunes a datos espaciales transparente al usuario final (Wikipedia, 2010).

7. METODOLOGÍA PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:

7.1. Trabajo de Campo:

- ✓ **Reconocimiento del área de trabajo:** Éste se realizó en compañía de los fontaneros que trabajan en la municipalidad, durante el mismo se pudo constatar que el casco urbano de San José La Arada lo forman cuatro (4) barrios y dos (2) colonias, además, se reconocieron los límites del área de trabajo (véase *figura No. 3*).

- ✓ **Levantamiento de la información descriptiva de cada usuario:** Se llevó a cabo utilizando el instrumento de recolección de datos denominado “encuesta” (véase *anexo No. 1*) haciendo un recorrido por todas las calles y avenidas del lugar.
- ✓ **Geopocisionamiento de cada uno de los usuarios:** Realizado con un receptor de GPS, al mismo tiempo en que se levantó la información descriptiva de cada uno de los usuarios.
- ✓ **Realización de diagnóstico municipal:** realizado con el objeto de conocer el estado interno de la municipalidad, tecnología, generación y manejo de información, personal etc., la información fue levantada con una encuesta (véase *anexo No. 2*) elaborada para dicho fin.

7.2. Trabajo de Gabinete:

- ✓ **Diseño del modelo Entidad-Relación de la base de datos:** este es el paso más importante en la realización de una base de datos, si está bien realizado nos garantizará el correcto funcionamiento de la misma. Consistió en la elaborar y diseñar las tablas que formaran la base de datos, así como, la interconexión de estas lo que dará vida al modelo Entidad-Relación.
- ✓ **Vaciado de los datos obtenidos en campo:** Después de diseñado el modelo entidad-relación de la base de datos se procedió al vaciado de la información en dicha base de datos del documento de encuesta que se elaboró previamente.
- ✓ **Elaboración del mapa de usuarios:** Esta se hace con el fin de conformar la base de datos espacial y para tener una ubicación espacial de cada uno de los usuarios de agua potable del municipio. Este se realizó utilizando el software Arc GIS 9.3.1; importando los puntos georreferenciados que representan a cada uno de los usuarios; luego se digitalizó cada uno de los predios de cada usuario, habiendo realizado estos procesos se inició con la elaboración del mapa final.
- ✓ **Conexión de la base de datos al GIS (Geographic Information Sistem)**

ÁREA DE ESTUDIO-SAN JOSÉ LA ARADA, CHIQUIMULA-

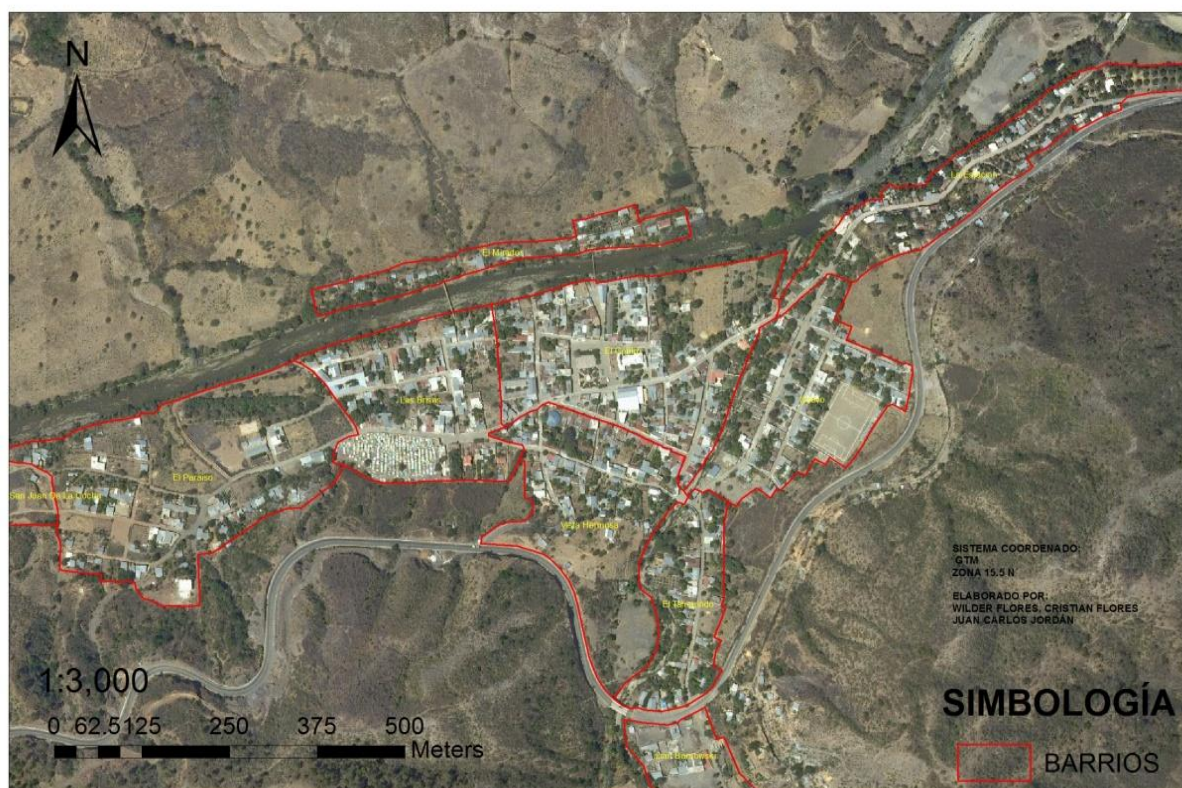


Figura No. 3: Área de Estudio –San José la Arada- Chiquimula

8. Resultados:

8.1. Base De Datos Relacional: Utilizando la metodología descrita anteriormente para la recolección y procesamiento de los datos descriptivos correspondientes a cada uno de los usuarios de agua y/o drenaje del casco urbano del municipio de San José la Arada; se elaboró una base de datos relacional, en la cual, se almacenaron todos los datos recolectados, de manera ordenada y de fácil acceso (véase fig. No. 4), por medio de formularios (véase fig. No. 5). Además de facilitar la ejecución de consultas (véase fig. No. 6) y en base a todo esto la rápida obtención de la información después de el procesamiento de datos mediante los informes (véase fig. No.7). Esta se interconecta con los datos gráficos obtenidos en campo dando vida de esta forma a un sistema de información municipal que contribuirá al mejor manejo de usuarios de agua y/o drenaje de municipio. El levantamiento de la información de campo se realizó mediante una ficha de investigación de campo la cual fue redactada por los estudiantes que realizaron la práctica profesional supervisada (PPS) en dicho municipio.

8.1.1. TABLAS:

26	Rublila Villela	Barrio La Estación	☒	☐	Domiciliar	1628479
27	Marlon Estuardo Vill	Barrio La Estación	☒	☒	Domiciliar	1628464
28	José Augusto Maldo	Barrio La Estación	☒	☒	Domiciliar	1628478
29	Jorge Mari Polanco	Barrio La Estación	☒	☒	Domiciliar	1628499
30	Petrona Agustín	Barrio La Estación	☒	☒	Domiciliar-Cor	1628492
31	Trinidad Villeda	Barrio La Estación	☒	☒	Domiciliar-Cor	1628471
32	Benigno Súchite	Barrio La Estación	☒	☐	Domiciliar	1628421
33	Ulda Villeda	Barrio La Estación	☒	☒	Domiciliar	1628418

Figura No. 4: Vista de tabla de la base de datos generada.

8.1.2. FORMULARIOS:

The screenshot shows a web application interface for managing users. The title bar at the top says 'USUARIOS'. The main heading is 'USUARIOS'. The form contains the following fields and values:

NIU	20-02-:	15
NOMBRE DEL USUARIO:	Miguel Angel Sagastume	
DIRECCIÓN:	Barrio La Estación	
AGUA POTABLE:	☒	
DRENAJE:	☒	
USO DEL PREDIO:	Domiciliar	
COORDENADAS N (norte):	1628410	
COORDENADAS E (este):	598796	

Figura No. 5 Vista de un Formulario de la Base de datos Generada.

8.1.3. CONSULTAS:

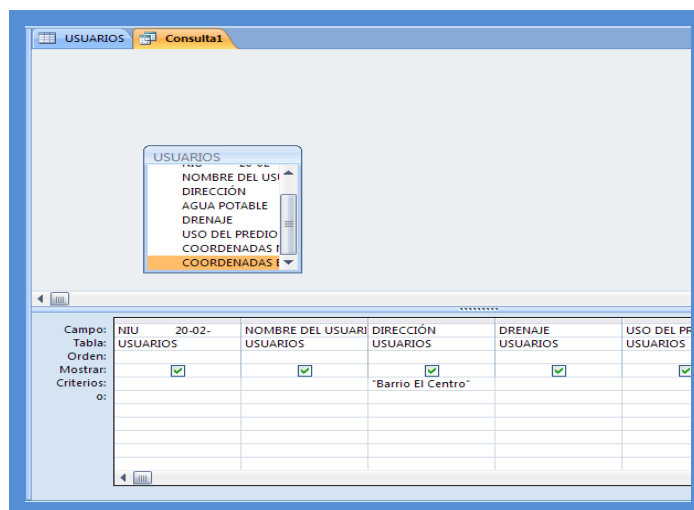


Figura No. 6: Vista de diseño de una consulta en la Base de datos Generada.

8.1.4. INFORMES:

USUARIOS DE VISTA HERMOSA					Martes, 23 de Novier
NIU	20-02-	NOMBRE DEL USUARIO	DIRECCIÓN	AGUA POTABLE	
190		Adrian Ramos	Vista Hermosa	☒	
191		Mérito Cruz Arias	Vista Hermosa	☒	
192		Rafael Antonio López	Vista Hermosa	☒	
193		José Arnoldo López Nájera	Vista Hermosa	☒	
194		Saúl López	Vista Hermosa	☒	
195		Juana Sagastume	Vista Hermosa	☒	

Figura No. 7: Vista de impresión de un Informe de la Base de datos Generada.

8.2 Información Gráfica:

Se procedió a la identificación y ubicación de cada uno de los usuarios en la orthofoto, además de haber generado un mapa que permitió identificar cada uno de los predios del casco urbano del municipio (véase fig. No. 8) se realizó la interconexión de esta información con la base de datos relacional generada, producto de la información descriptiva obtenida en campo; dando vida al sistema de información municipal, como objeto principal del trabajo de práctica profesional supervisada (PPS).

8.3 Diagnóstico municipal

Con base en los resultados obtenidos por medio de una encuesta realizada en la municipalidad de San José La Arada en el año 2010, se pudo diagnosticar que el estado interno de la municipalidad en cuanto a tecnología, manejo de información, estructura y demás componentes que la forman, no es el ideal para el correcto funcionamiento municipal, tampoco permite que las actividades propias de la gestión municipal se desarrollen de forma eficaz y eficiente, haciendo lento el desarrollo integral del municipio y sus habitantes.

8.3.1 Estado interno de la municipalidad:

Recursos Humanos:

Total de Empleados Municipales 42 personas

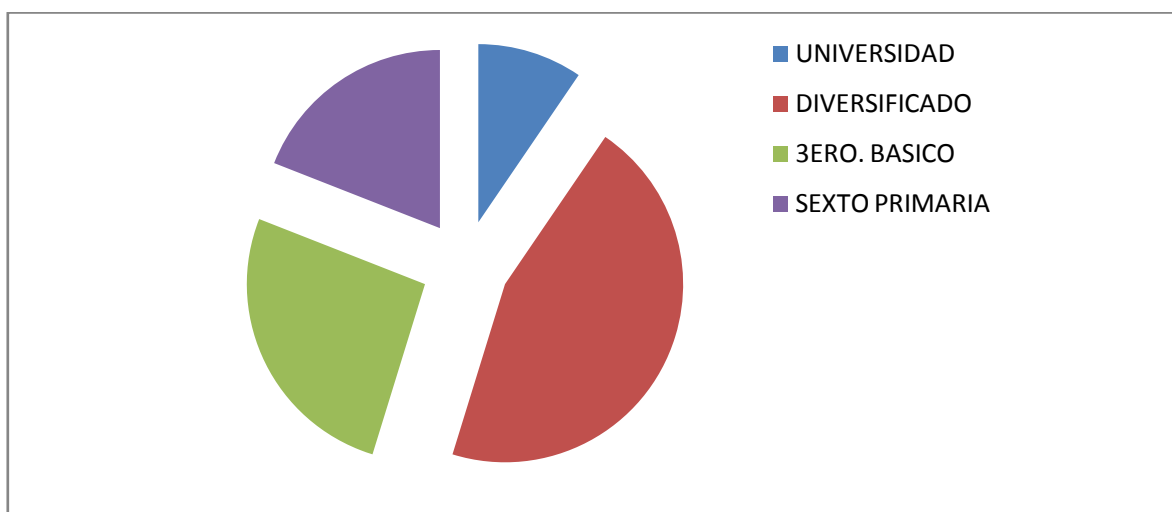
Escolaridad:

Universidad: 4 personas

Diversificado: 19 personas

3ero. Básico: 11 personas

Sexto Primaria: 8 personas



Gráfica No. 1: Escolaridad de empleados Municipales - San José La Arada- 2010.

¿Cada oficina en la municipalidad cuenta con personal adecuado y con experiencia en el área donde labora?

San José La Arada: No, por falta de presupuesto

¿Capacitan a sus empleados?

San José La Arada: SI

¿Con qué frecuencia?

San José La Arada: 6 meses

¿Quiénes capacitan?

San José la Arada: Instituciones Estatales

Software y Hardware:

¿Cuentan con el equipo de computación necesario para operar?

San José La Arada: Si

¿Cuentan con equipo de punta?

San José la Arada: Si

¿Cuál es la capacidad de su equipo?

San José la Arada: Disco Duro: 120 Gb. Memoria RAM: 512Mb.

¿Cuentan con personal capacitado para el mantenimiento del equipo?

San José La Arada: SI

¿Cuentan con el software necesario para operar?

San José La Arada: SI, Paquete de Office Y Auto Cad

¿Cuentan con software de GIS?

San José La Arada: NO

De La Información:

¿Qué tipo de información manejan?

San José La Arada: Información General, Expedientes de Proyectos, Cédulas, Financiera, Cocodes y Servicios Públicos.

¿Cómo la manejan?

San José La Arada: Sistema Cian Municipal.

¿Ustedes la generan?

San José La Arada: Si

¿Cómo la almacenan?

San José La Arada: Operadores

¿Cada cuanto la actualizan?

San José La Arada: 1 mes

¿Reciben Información de fuentes ajenas a la Municipalidad?

San José La Arada: No

¿Tienen Bases de Datos para el manejo de la Información?

San José La Arada: SI, una general

¿Cada Cuanto la actualizan?

San José La Arada: 1 mes

¿Cuentan con personal capacitado para la elaboración, manejo y mantenimiento de bases de datos?

San José La Arada: SI

SISTEMAS DE OPERACIÓN:

¿Utilizan algún sistema de operación?

San José La Arada: SI; bases de datos.

¿Cuentan con algún sistema de información?

San José la Arada: NO, solo tiene un diagnóstico Territorial de municipio.

9. Conclusiones:

- Es importante mejorar la administración de la información municipal a través de la implementación de los sistemas de información municipal, lo que hará más eficaces y eficientes las actividades propias de la gestión municipal.
- El estado interno de la municipalidad en cuanto a tecnología, manejo de información, estructura y demás componentes que la forman; es precario y no cumple con los requerimientos mínimos para la implementación de un sistema de información municipal.
- La información descriptiva fue completada en un 80%, debido a factores como la falta de una estrategia de comunicación y socialización de la información, dirigida a la población.

10. RECOMENDACIONES:

- Presentar, discutir y aprobar de forma inmediata por el concejo municipal, la puesta en marcha de este sistema de información municipal y contribuir así con la optimización de la gestión municipal.
- Mejorar el estado interno de la municipalidad en cuanto a tecnología para la recolección y manejo de la información; para la fácil aplicabilidad de un sistema de información municipal.
- Implementar una política de comunicación y socialización de información para la población y así para mejorar la aceptación de estos proyectos y no tener ningún inconveniente al momento de su realización.

11. Bibliografía:

- Gehrke, J; Ramakrishnan, R. 2007. Sistemas de gestión de bases de datos. 3 ed. España, McGraw-Hill. 680 p.
- Fernández, C; Villar, A. 2006. Base de datos: acces. México, Ideas Propias Editorial. 138 p.
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2005. Ortofotos a escala 1:10000. Chiquimula, GT, SIG-CUNORI.
- Municipalidad de San José La Arada, GT. 2009. Monografía municipio de San José La Arada (en línea). Chiquimula, GT. Consultado 25 sep. 2010. Disponible en [http:// www.munisanjose.es.tl](http://www.munisanjose.es.tl)
- Ramez, E; Shankat, N. 2007. Fundamentos de sistemas de bases de datos. México, Pearson Addison – Wesley. 356 p.
- Rob, PC. 2003. Sistemas de bases de datos. Chile, Ediciones Paraninfo. 742 p.
- Viguer, JM. 2007. Diseño, aplicación y administración de bases de datos. España, Interamericana. 850 p.
- Wikipedia. 2010. Base de datos relacional y espacial (en línea). Consultado 06 oct. 2010. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Base de Datos Relacionales y Espaciales](http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_Datos_Relacionales_y_Espaciales).
- _____. 2010. Batalla de La Arada, San José La Arada (en línea). Consultado 12 oct. 2010. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Batalla de la Arada](http://es.wikipedia.org/wiki/Batalla_de_la_Arada).

ANEXOS

Anexo No.1: Ficha de Levantamiento de Información Descriptiva.

FICHA DE CAMPO

Número de Identificación de Usuario (NIU): 2002 _____

Nombre del Usuario: _____

Dirección: _____

Agua Potable: _____ Drenaje: _____

Uso del Predio: _____

Coordenadas "N": _____ "E": _____

Anexo No. 2: Encuesta utilizada para el Diagnóstico Municipal.**ENCUESTA****Recursos Humanos:**

1. ¿Cuántas personas trabajan aquí en la municipalidad?

2. ¿Cuál es el nivel de escolaridad de los empleados? (% generales aproximados)

3. ¿Cada oficina en la municipalidad cuenta con personal adecuado y con experiencia en el área donde labora?

☐ SI

☐ NO, Porqué?

4. ¿Capacitan a sus empleados?

☐ SI

☐ NO, Porqué?

5. ¿Con qué frecuencia?

☐ 1 mes

☐ 3 meses

☐ 6 meses

☐ 1 año

6. ¿Quiénes los capacitan?

☐ Municipalidad

☐ Instituciones Estatales

☐ ONG`s

☐ Cooperación Internacional

☐ Otros

Software Y Hardware:

7. ¿Cuentan con el equipo de computación necesario para operar?

☐ SI

☐ NO, Porqué?

8. ¿Cuentan con equipo de punta?

☐ SI

☐ NO, Porqué?

9. ¿Cuál es la capacidad de su equipo? (general)

Disco Duro: _____ Memoria RAM: _____

10. ¿Cuenta con personal capacitado para el mantenimiento del equipo?

☐ SI ☐ NO, Porqué?

11. ¿Cuentan con los software necesarios para operar?

☐ SI ☐ NO, Porqué?

12. ¿Cómo cuales?

13. ¿Cuentan con software de GIS?

☐ SI ☐ NO, Porqué?

14. ¿Cuál?

15. ¿Hay personal capacitado estos software?

☐ SI ☐ NO, Porqué?

De La Información:

16. ¿Qué tipo de información manejan?

17. ¿Cómo la manejan?

18. ¿Ustedes la generan?

☐ SI

☐ NO, Porqué?

19. ¿Qué procesos utilizan para la generarla?

20. ¿Cómo la almacenan?

21. ¿Cada cuanto la actualizan?

☐ 1 mes

☐ 3 meses

☐ 6 meses

☐ 1 año ó más

22. ¿Reciben información de fuentes ajenas a la municipalidad?

☐ SI

☐ NO, Porqué?

23. ¿De quienes?

24. ¿Qué tipo?

25. ¿Tiene bases de datos para el manejo de la información?

☐ SI

☐ NO, Porqué?

26. ¿Cuántas?

27. ¿Para qué uso?

28. ¿Cada cuanto la actualizan?

☐ 1 mes

☐ 3 meses

☐ 6 meses

☐ 1 año ó más

29. ¿Cuenta con personal capacitado para la elaboración, manejo y mantenimiento de bases de datos?

☐ SI

☐ NO, Porque?

Sistemas de Operación

30. ¿Utilizan con algún sistema de operación?

☐ SI

☐ NO, Porque?

31. ¿Cuál? _____

32. ¿Cómo funciona?

33. ¿Utilizan sistemas de operación en los procesos de planificación?

☐ SI

☐ NO, Porque?

Sistemas de Información

34. ¿Cuentan con algún sistema de información?

☐ SI

☐ NO, Porque?

35. ¿Cuál es su estructura?

36. ¿Con qué oficinas cuenta la municipalidad?

37. ¿Cuál es la estructura y función de cada una de ellas?

38. ¿Cuentan con algún plan de Ordenamiento Territorial ó Diagnóstico Territorial?

☐

SI

☐

NO, Porque?
