

```

    scopes.$watch(watchExpr, function ngSwitchWatchAction(value) {
      var ii, ii2;
      for (ii = 0, ii2 = previousElements.length; i < ii; ++i) {
        previousElements[i].remove();
      }
      previousElements.length = 0;

      for (ii = 0, ii2 = selectedScopes.length; i < ii; ++i) {
        var selected = selectedElements[i];
        selectedScopes[i].$destroy();
        previousElements[i] = selected;
        $onInit.leave(selected, function() {
          previousElements.splice(i, 1);
        });
      }
    });
  });
}

```

## SUITD: Sistema único de información para la toma de decisiones

Por: MSc. Francisco Camilo Moreno, Especialista C en Telemática, y Lic. José Eduardo Blanco Pascual, Especialista B en Telemática, Centro de Dirección Nacional.

[francisco.moreno@etecsa.cu](mailto:francisco.moreno@etecsa.cu)



### RESUMEN

Este trabajo describe una aplicación informática que permite integrar y normalizar en una plataforma única la información importante y necesaria para la toma de decisiones en ETECSA. La aplicación está implementada en todos los Centros de Dirección lo que facilita la captación y relación de datos alfanuméricos y espaciales en un ambiente web sencillo. De esta forma, se obtienen análisis, estadísticas, informes, mapas y predicciones que son utilizadas en la prevención y mitigación de desastres y en la gestión de eventos de la Empresa.

Palabras clave: Gestión de eventos, SIG, Datos alfanuméricos y espaciales, Ambiente web, Arquitectura de datos, Toma de decisiones.

### ABSTRACT

*This work describes a computer application enabling the integration and standardization in a unique platform of the information that is vital and required for decision making processes in ETECSA. The application is implemented in all Management Centers supporting the selection and relation of alphanumeric and spatial data in a simple web environment. Thus, analysis, statistics, reports, roadmaps and predictions are obtained and used to prevent and mitigate disasters and the incident management in the Company.*

*Keywords: Incident Management, SIG, Alphanumeric and Spatial Data, Web Environment, Data Architecture, Decision Making.*

## Introducción

Las empresas de telecomunicaciones sufren a diario el impacto de eventos de carácter tecnológico, operacionales y vandálicos que ocurren dentro y fuera de su entorno. A los eventos antes mencionados con frecuencia se suman los de carácter natural y las afectaciones que estos causan a las redes de telecomunicaciones, lo cual provoca no solo un desastre desde el punto de vista social y tecnológico sino también un caos informativo que afecta considerablemente la toma de decisiones, retardándose los procesos de restablecimiento de los servicios y restauración de las redes. Esos eventos catastróficos producen gran cantidad de hechos que se convierten en fuentes generadoras de un alto volumen de datos, los cuales saturan las disímiles aplicaciones y herramientas de las que disponen las empresas para su captación y procesamiento. Por consiguiente, no se logra una integración coherente de la información en función de la toma de decisiones, lo que ha llevado a muchas organizaciones a usar como recurso paliativo la división sistemática de los procesos y datos como la única forma de atenuar tan complicado y expandido problema. Sin embargo, cada vez más, se toma conciencia de que la conformación de esas islas de información dentro de las empresas origina resultados poco satisfactorios como consecuencia lógica de los sobrecostos, el impacto negativo en los indicadores de productividad, la generación de un ambiente de trabajo incómodo y la traducción en organizaciones lentas y burocráticas, incapaces de moverse y reaccionar con rapidez.

La problemática informativa de ETECSA coincide con lo anteriormente relacionado y se ve afectada además por otros elementos que exponemos a continuación:

- La cantidad de información que se procesa sobrepasa la capacidad de las herramientas y aplicaciones que hoy se utilizan, afectando la calidad y agilidad del proceso informativo y la toma de decisiones.
- La falta de normalización en el flujo informativo introduce diferentes denominaciones, formatos, escalas, coordenadas y medios de transporte que afectan la captación y el procesamiento de la información.
- Los datos primarios alfanuméricos y espaciales contenidos en las diferentes bases de datos no se relacionan entre sí, por lo que la información carece de un enfoque sistemático y se generan islas de información.
- La utilización de aplicaciones informáticas propietarias y sin licencias de uso para la captación, representación y consultas de la información espacial. La Empresa no dispone de un servicio único de información espacial que estandarice las especificaciones en esta área y que provea mapas.
- Las herramientas disponibles para la gestión de riesgos naturales (amenazas, vulnerabilidades y propuesta de soluciones para mitigarlas) no integran la información necesaria para una rápida respuesta, eficiente control y eficaz mitigación.

En función de los problemas descritos, este trabajo tuvo como objetivo general desarrollar e implementar un sistema de gestión de información empresarial que permitiese integrar y normalizar en una plataforma única la información importante y necesaria para la toma de decisiones de los órganos de dirección de ETECSA.

```

79     'SESSION['_CAPTCHA']['config'] = serialize($captcha_config);
80     return array(
81         'code' => $captcha_config['code'],
82         'image_src' => $image_src,
83     );
84   }
85 }
86
87
88 if( !function_exists('hex2rgb') ) {
89   function hex2rgb($hex_str, $return_string = false, $separator = ',') {
90     $hex_str = preg_replace('/[^0-9A-Fa-f]/', '', $hex_str); // Gets a proper hex string
91     $rgb_array = array();
92     if( strlen($hex_str) == 6 ) {
93       $color_val = hexdec($hex_str);
94       $rgb_array['r'] = 0xFF & ($color_val >> 0x10);
95       $rgb_array['g'] = 0xFF & ($color_val >> 0x8);
96       $rgb_array['b'] = 0xFF & $color_val;
97     } elseif( strlen($hex_str) == 3 ) {
98       $rgb_array['r'] = hexdec(str_repeat(substr($hex_str, 0, 1), 2));
99       $rgb_array['g'] = hexdec(str_repeat(substr($hex_str, 1, 1), 2));
100      $rgb_array['b'] = hexdec(str_repeat(substr($hex_str, 2, 1), 2));
101    } else {
102      return false;
103    }
104  }
105 }
106
107 return $return_string;
108

```



## Gestión de la información

El desarrollo de las redes de datos y su expansión durante el siglo XX magnificó el uso y el valor de las tecnologías de la información en las empresas modernas. Esto facilitó el trabajo en equipo y la integración de los procesos cuyo ente común eran los datos, la información, el conocimiento y, por supuesto, la toma de decisiones. Nunca antes la empresa alcanzó estas ventajas debido a la carencia de una tecnología integradora. Es así como la era de la información y del conocimiento impone a la empresa tradicional una nueva forma de trabajo, y con ello, la inserta en un mundo más dinámico en el que la información y el conocimiento forman parte de la cadena de valor de la organización (Figura 1).

Los conceptos de información y conocimiento se utilizan permanentemente para definir las consecuencias

conocimiento mediante la formulación de “representaciones”, cada vez más ajustadas, del mundo. Cuanta más información y datos pude la organización obtener, tanto más ajustada será dicha “representación” o modelo a la realidad [3].

Por otra parte, la gestión de recursos de información se define como “la gerencia (planeamiento, organización, operaciones y control) de los recursos (humanos y físicos) que tienen que ver con el apoyo a sistemas (desarrollo, mejoría, mantenimiento) y servicios (procesamiento, transformación, distribución, almacenamiento y recuperación) de la información (datos, textos, imagen) para una organización” [1]. Esta gestión de recursos es una función inherente a la alta dirección de la organización utilizada para desarrollar una serie de políticas, programas y procedimientos a



Figura 1. Proceso de gestión de información organizacional. (Fuente: Elaboración propia).

que la aparición, el uso y la difusión de las tecnologías de la información han producido y su importancia sustancial para la sociedad, en particular para el sector empresarial. El valor de ambos es tal que se utilizan para describir y clasificar un conjunto de cambios y, en algunos casos, para denominar el nuevo tipo de sociedad o la era postindustrial en que vivimos.

Castells utiliza “era de la información” para describir un nuevo tipo de sociedad de “redes informáticas interactivas”, que se extiende desde finales del siglo xx [1]. Martínez Méndez cita a Bangemann quien plantea que “en todo el mundo, las tecnologías de la información y las comunicaciones están generando una nueva revolución industrial que puede considerarse tan importante y profunda como sus predecesoras. Es una revolución basada en la información, que es expresión del conocimiento humano. Hoy, el progreso tecnológico nos permite procesar, almacenar, recuperar y comunicar información en cualquiera de sus formas oral, escrita o visual, con independencia de la distancia, el tiempo y el volumen. Esta revolución dota a la inteligencia humana de nuevas e ingentes capacidades, y constituye un recurso que altera el modo en que trabajamos y convivimos” [2]. De ahí que Simon asume que una organización es un sistema abierto que desarrolla el

fin de planificar, gestionar y controlar eficaz y efectivamente las necesidades de información y los recursos de soporte del manejo de la misma.

Como se puede observar, todas las definiciones manifiestan el reconocimiento de la gestión de la información como el punto clave, decisivo para el mejor desempeño y competitividad de cualquier organización.

## Arquitectura y lógica del sistema SUITD

El diseño de la plataforma informática se concibió a partir de un modelo 3D que relacionara la estructura geopolítica, la estructura de la red y la estructura organizativa (Figura 2).

El modelo 3D define, en primera instancia, la capa de Estructura Geopolítica como el ente espacial donde se representan las entidades como contenedores de información del sistema. Presenta además la capa de Estructura de Red que es un inventario de planta donde se crean e interrelacionan los elementos de red y servicio (dentro de los contenedores espaciales) y, por último, se representa la capa de Estructura Organizacional que define los recursos que componen y operan el sistema en cuestión. La arquitectura del sistema que se sustenta sobre el modelo 3D se muestra en la figura 3.

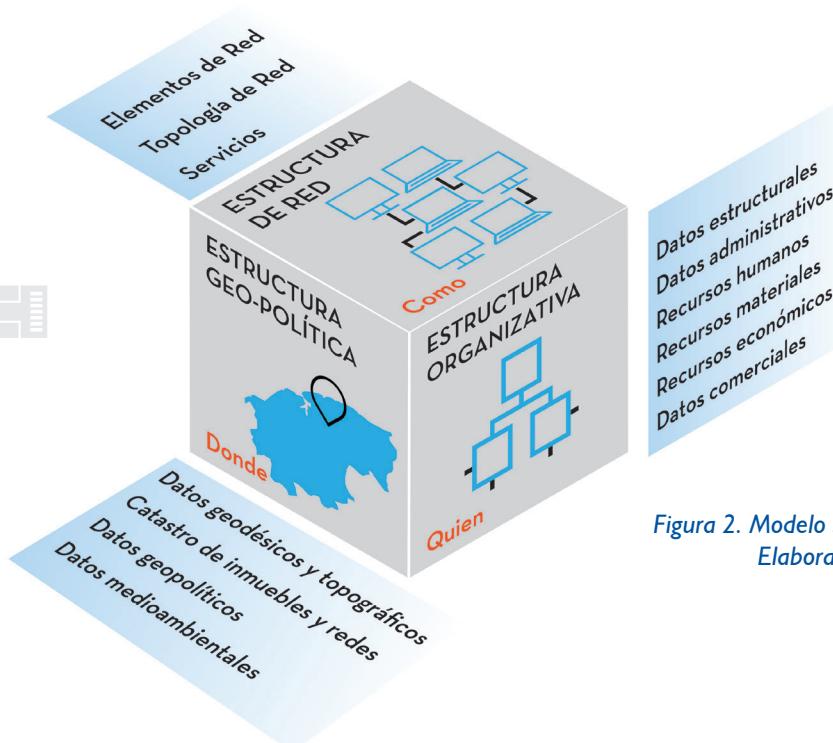


Figura 2. Modelo 3D. (Fuente: Elaboración propia).



Figura 3. Arquitectura del sistema. (Fuente: elaboración propia).

La aplicación utiliza los datos espaciales y los no espaciales, mientras que el servidor de mapas utiliza la base. La plataforma se soporta en el lenguaje de programación PHP y la base de datos (BD) relacional con capacidades espaciales PostGreSQL donde

se almacenan los datos alfanuméricos con la extensión PostGIS que permite la manipulación de datos geoespaciales. La programación en PHP controla a MapServer y a PostGIS y soporta todas las interfaces de usuario e interoperabilidad de la plataforma. Post-

Gres/PostGIS es el gestor de BD para soportar al resto del software: por un lado provee los datos al servidor de mapas MapServer y, por otro, lo hace directamente a la aplicación de datos para generar mapas según los requerimientos de la aplicación y los usuarios del sistema. De esta forma SUITD pudo obtener considerable flexibilidad en los métodos de análisis que fueron implementados para el manejo de mapas así como en la gestión de la base de datos, que es la esencia fundamental del software. La aplicación no tiene límite conocido para la capacidad de almacenamiento de datos, excepto el que imponga el soporte físico, de igual manera sucede con respecto a la conectividad.

### Descripción de la Arquitectura del Sistema

**La Capa Física o Nivel 1:** es la base de la infraestructura de la plataforma. Se encarga de contener los datos geopolíticos y demográficos, el catastro de inmuebles, el inventario de planta o de los recursos de la red (no es el inventario de la red) y los principales servicios que soporta, los recursos (humanos o materiales) y las instancias organizativas.

**Capa Lógica:** se sustenta sobre el modelo de datos que está directamente relacionado con el modelo 3D (Figura 4). Esta capa permite la relación lógica de los elementos de la capa física en función del modelo de datos; en consecuencia, se obtienen la estructura o topología de la red, la estructura organizativa del sistema y la estructura geopolítica.

El sistema provee interfaces web para trabajar con todos los módulos de la plataforma por lo que se puede acceder de forma ágil y sencilla a la información espacial y alfanumérica. También provee interfaces para acceder a los datos espaciales a través de aplicaciones de código abierto como QGIS (Quantum GIS) o aplicaciones propietarias de Windows como Mapinfo.

### Módulos del SUITD

1. **Administración de los datos de infraestructura:** se realiza la creación y modificación de datos geopolíticos, catastro de inmuebles, elementos de red y servicios, estructura organizativa, fuerza de trabajo y otros (Capa Física) y es donde se interrelacionan los mismos según las características específicas de cada empresa (Capa Lógica).

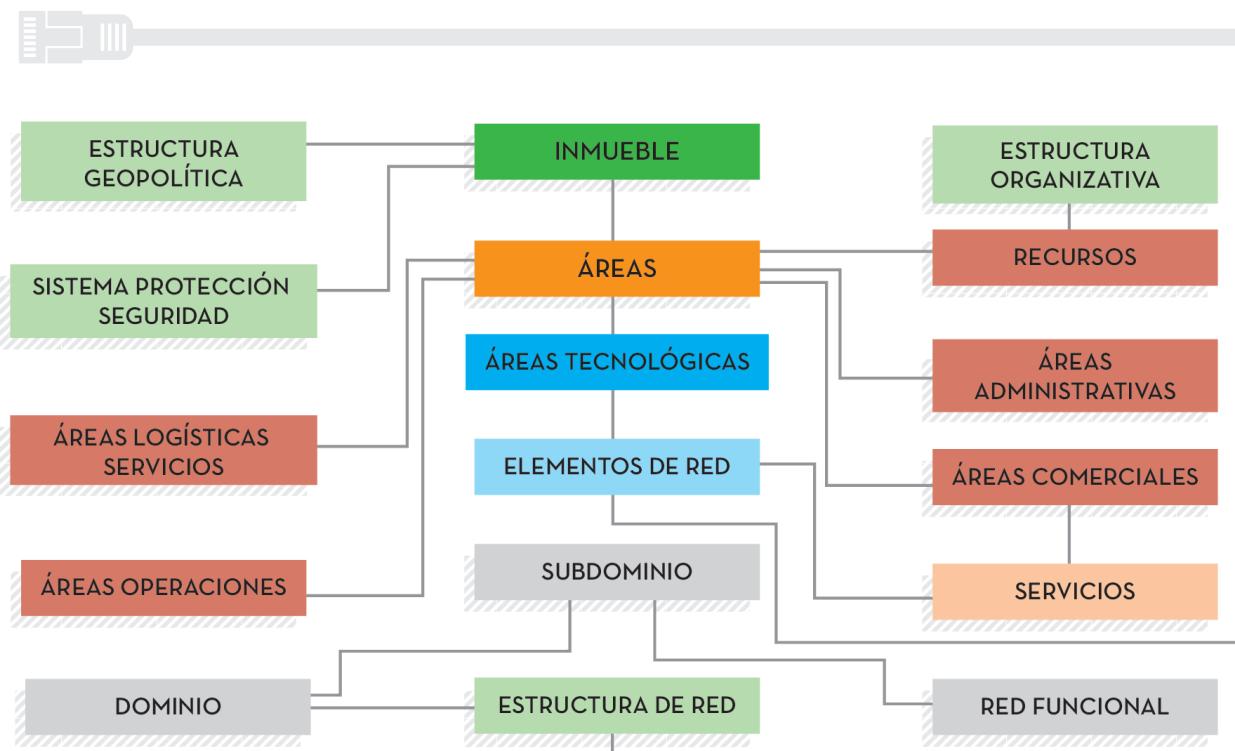


Figura 4. Modelo simplificado de datos (Fuente: elaboración propia).

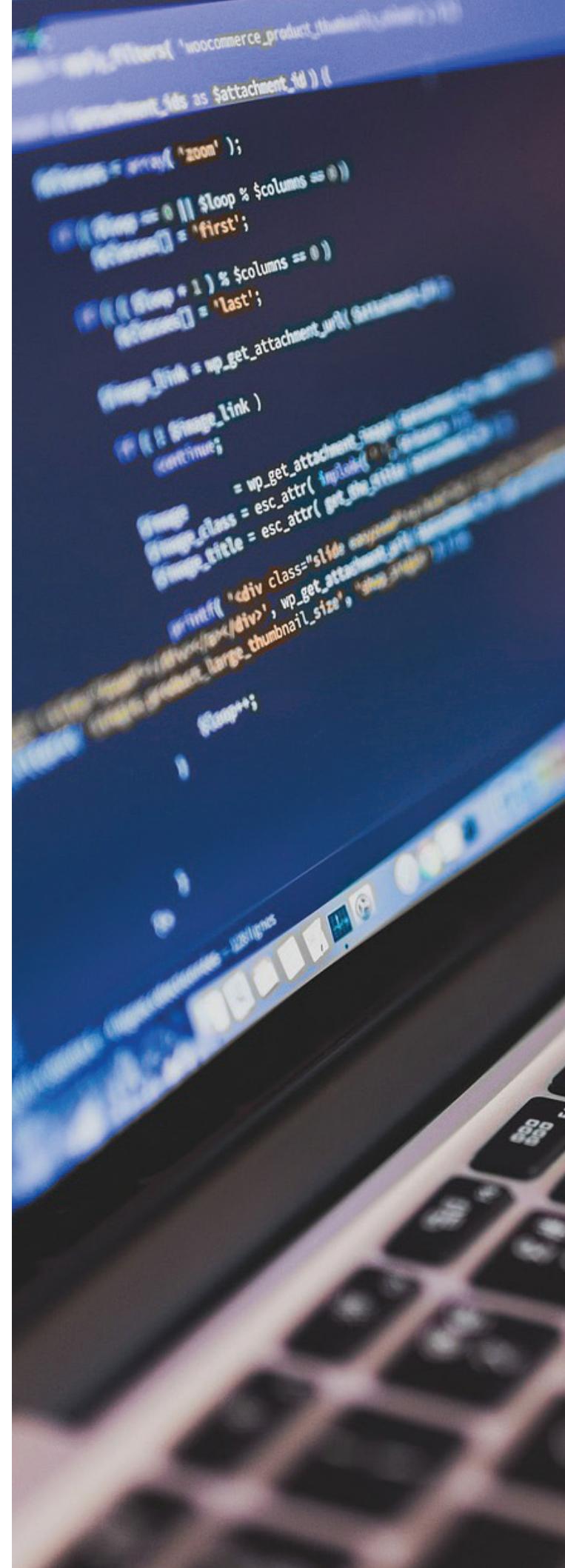
**2. Gestión de riesgos naturales y tecnológicos:** se realiza la gestión de riesgos, desde la identificación de las vulnerabilidades y el peligro hasta la conformación de los riesgos y las medidas a adoptar en los diferentes escenarios. Comprende:

- Identificación de los escenarios de peligro y conformación del mapa de peligro.
- Cálculo de las vulnerabilidades y conformación del mapa de vulnerabilidades.
- Estimación de los riesgos y conformación del mapa de riesgos.
- Sugerencia de soluciones o informaciones necesarias para la toma de decisiones proactiva o anticipada que permiten la planificación con tiempo de acciones de mitigación.
- Provisión de todos los datos necesarios para la gestión de dirección operativa de ETECSA en las situaciones de desastres.
- Recepción y emisión de información en los formatos requeridos hacia los diferentes Órganos de dirección de la Empresa y del Gobierno
- Emisión de partes de alerta temprana, similares a los de ISMET y NOA, enriquecidos o con valor agregado de elementos específicos de la empresa.

**3. Información de hechos extraordinarios:** se realiza el registro de las incidencias y hechos extraordinarios que ocurren en ETECSA. Este módulo también:

- Hace uso de los datos alfanuméricos y espaciales almacenados en SUITD para relacionarlos adecuadamente con los eventos internos o externos que afectan la infraestructura del sistema de telecomunicaciones.
- Provee la información requerida a los diferentes Órganos de dirección de la Empresa, el MINCOM y el Gobierno.
- Contiene varias consultas alfanuméricas y espaciales vía web, especialmente diseñadas para la toma de decisiones en los Centros de Dirección, aunque puede ser útil para otras unidades organizativas (se pueden hacer consultas alfanuméricas y espaciales al sistema de técnica instalada, comercial, fuerza de trabajo, ubicación geográfica, etc.).

**4. Control de las fuentes energéticas del ST:** está relacionado con los grupos electrógenos: su ubicación geográfica y estructural, características técnicas, disponibilidad, capacidad real de combustible, funcionamiento y autonomía. Permite administrar la autonomía de los grupos y la secuencia de encendido y apagado, el reabastecimiento de combustible, así como el gasto de los que están en funcionamiento y las horas de trabajo.





**5. Gestión de flujo informativo y desempeño de los operadores:** permite gestionar el desempeño del flujo y ver los cuellos de botella de la información, así como visualizar y evaluar el desempeño de los operadores del sistema, logrando mayor eficiencia y eficacia en su operación.

**6. Gestión de eventos oficiales:** permite crear todas las entidades que se involucran en un evento o acto oficial cubierto por ETECSA, asignarle servicios, recursos y personas. Además posibilita conformar la estructura organizativa de dirección desde los niveles más altos de la Empresa hasta el nivel del Centro de Telecomunicaciones y controlar los hechos que ocurren durante el evento.

**7. Módulo Estadístico:** permite consultar la información estática y dinámica del sistema, tanto espacial, alfanumérica como combinada.

### Subsistemas del SUITD

**1. Administración de seguridad:** el sistema asegura la autenticación a partir de la IP de la PC, más el nombre del usuario y la contraseña. La autorización define los roles que le permitirán al usuario realizar solo aquellas operaciones que se le han asignado. En el caso del SUITD, estos se establecieron con un nivel jerárquico desde los Centros de Dirección Territorial hasta el Centro de Dirección Nacional, como aparece en la figura 4.

**2. Administración de datos espaciales:** es un subsistema de incorporación y modificación de datos espaciales de carácter geopolítico y topológico donde se realiza la activación y desactivación y las consultas espaciales.

**3. Servicios de mapas:** se realiza la visualización, consulta y descarga (autorizada) de información georeferenciada y mapas en entornos web y para aplicaciones de escritorio SIG (QGIS, Mapinfo y otras) de cualquier sistema operativo. Provee los mapas vectoriales y raster únicos y no modificables para el uso de ETECSA. Incluye los siguientes servicios de mapas:

- *Web Feature Service* (WFS) o servicio de entidades vectoriales que proporciona la información relativa a la entidad almacenada en una capa vectorial que reúne las características formuladas en la consulta, conforme las normas de OGC —*Open Geospatial Consortium* (OGC, 2009)—.

- *Web Map Service* (WMS) o servicio de mapas en la Web que produce mapas en formato imagen a la demanda para ser visualizados por un navegador web o en un cliente simple, conforme a las normas de OGC.

- *Tiles Map Service* (TMS) o servicio de mapas de mosaicos, similar a los de Google Map.



- Servicios de mapas temáticos.
- Servicio de imágenes raster para mapas y pronósticos del tiempo.

**4. Interoperabilidad con sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) relacionales remotas y servicios web:** El sistema permite la conexión al servicio WMS como Oracle Spatial, PostgreSQL/PostGIS, MySQL y DBF a través de interfaces de conexión estándar OGC. La plataforma también puede conectarse a los servicios externos y WFS mediante protocolos de conexión, los cuales se adaptan a las especificaciones de esos sistemas (SIPREC, SAP y otros servicios web).

**5. Protocolo Especial de Meteorología:** la plataforma dispone de una interfaz especial para la conexión al servicio web de NOA (servicio web disponible para todos los países), mediante la cual se pueden descargar los datos necesarios para realizar el procesamiento y obtención del mapa de peligro (imágenes vectoriales y raster) que contiene los datos necesarios del posicionamiento del evento meteorológico, su caracterización, el área de cobertura, la predicción de la posible trayectoria y recorrido, las penetraciones del mar y otros. Esta interfaz puede trabajar directamente conectada al sitio web de NOA a través de Internet o sin conexión para garantizar mayor seguridad. En esta última variante descarga los datos en otro servidor hacia una memoria y desde esta hacia el SUITD. El esquema sintetizado de este protocolo se muestra en la figura 5.

**6. Transferencia de archivos, documentos y multimedia:** permite la transferencia de archivos, documentos y multimedia como adjuntos de los eventos y hechos.

## Resultados

El desarrollo de la aplicación SUITD y su implementación en todos los Centro de Dirección de ETECSA permitió resolver la problemática planteada en la introducción, obteniéndose los siguientes resultados:

- Se normalizó y mejoró el flujo de la información primaria necesaria para la toma de decisiones de los

Órganos de dirección, incrementando así la calidad del sistema informativo.

- Se implementó una lógica relacional de la información que aporta inteligencia al Sistema y permite el manejo de riesgo (amenazas, vulnerabilidades y propuesta de soluciones).
- Se obtienen, de forma expedita, análisis, consultas e informes que mejoran la respuesta operacional del sistema de telecomunicaciones.
- Se elimina la dependencia de aplicaciones informáticas propietarias para el procesamiento y consulta de la información espacial (SIG).
- Se logró implementar interfaces de usuarios que permiten un entorno de trabajo sencillo, ágil y seguro.
- Se realizó el desarrollo con herramientas de código abierto, cumplimentando todos los requerimientos que establece la Empresa, con énfasis en los protocolos de seguridad.
- Se implementó la gestión del flujo de información y del desempeño de los operadores del Sistema para mejorar la eficiencia y eficacia de los técnicos y especialistas.
- Se crearon interfaces para permitir auditorías a la plataforma informática.

La implementación de la aplicación SUITD y su módulo de gestión de riesgo aportan al sistema de telecomunicaciones una dinámica proactiva que facilita la toma de decisiones y la mitigación de los daños.

## Conclusiones

Desde el punto de vista económico, la plataforma SUITD se puede comparar con diferentes Sistemas de Información Geográfica (SIG) como ArcGIS, MapInfo, Geomedia, Bentley Map con prestaciones similares, pero que se comercializan a altos costos por concepto de aplicación, licencia de uso, mantenimiento, actualización (*update*) y mejoramiento (*upgrade*).

La posibilidad que brinda la aplicación para gestionar los riegos en los sistemas de telecomunicaciones aporta a la plataforma SUITD un valor adicional, no

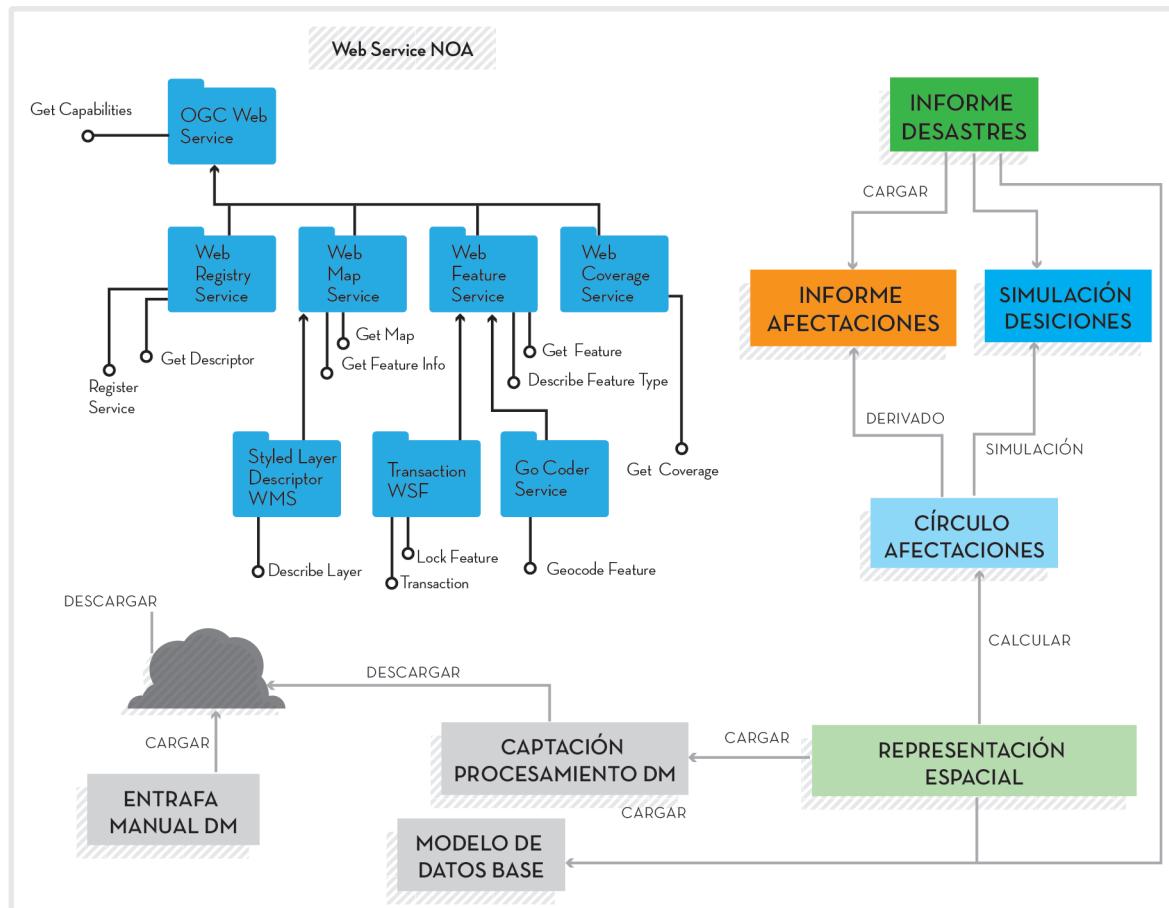


Figura 5. Esquema simplificado de funcionamiento de Protocolo Especial de Meteorológica. (Fuente: elaboración propia).

muy común en el mercado y con un alto impacto social y económico. Este valor está dado porque se pueden prever con antelación los riesgos ya que el sistema cuenta con una alerta temprana que se logra a partir de la combinación del mapa de peligro y el mapa de vulnerabilidades de donde se pueden deducir y estimar los riesgos, prever las respuestas y mitigar con efectividad los daños. Por consiguiente, se pueden mantener o brindar los servicios alternativos de telecomunicaciones en las zonas de mayor riesgo, preservar las técnicas de comunicaciones más vulnerables, por ejemplo las torres y evitar la pérdida de vidas humanas.

Además, con el desarrollo de SUITD se demuestra que es posible desarrollar los SIG con aplicaciones de código abierto para un entorno multiusuario y multisistemas operativos, lo cual facilita el desarrollo de la Empresa acorde a la estrategia de la misma. Esta propuesta forma parte del conjunto de soluciones a los

Lineamientos de la Política Económica y Social del Estado Cubano ya que se logra la reducción de importaciones, mayor eficiencia y eficacia en los procesos y aporta beneficios sociales y económicos al país.

Por último, la aplicación puede ser instalada en cualquier empresa o entidad y constituye una herramienta de gran utilidad para la Defensa Civil de Cuba.

#### Referencias bibliográficas

- [1] Castells, M. La era de la información: economía, sociedad y cultura. Madrid: Alianza Editorial, 1997.
- [2] Martínez Méndez, F.J. El salto desde la gestión de la información a la gestión del conocimiento. 2003. Disponible en: <http://www.um.es/gtiweb/fjmm/elsalto.doc>. [Consultado: 3 de febrero del 2005].
- [3] Simon, H A. "Applying information technology to organizational design". Public Administration Review 1973, 33(3):268-78.