



Universidad Tecnológica Nacional - Regional Tucumán

Tesina

Especialización en Ingeniería Gerencial

Sistema Integral de gestión de interrupciones

Autor: Ing. Luis Alejandro Baena

Tutor: Esp. Ing. Miguel Ángel Prat

Directora: Mg. Myriam De Marco

09/07/2015

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO I MARCO METODOLÓGICO	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Justificación del Tema	5
1.3 Problema de Estudio	7
1.3.1 Planteamiento General del Problema	9
1.4 Objeto de Estudio	9
1.4.1 Delimitación temporal	9
1.4.2 Delimitación espacial	9
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	10
2.1 Sistemas de Información Geográfica	10
2.1.1 Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	10
2.1.2 Elementos que conforman un SIG	11
2.2 Sistema de Información Geográfica ArcGIS	15
2.2.1 El Sistema ArcGIS	15
2.3 Extensión de ArcFM como solución empresarial	16
2.3.1 ArcFM	16
2.3.2 Designer	16
2.3.3 Responder	17
2.4 Sistema de Administración de Interrupciones (OMS) Responder de ArcFM	17
2.4.1 Portal Web de Responder	18
2.4.2 Explorador de Responder (Responder Explorer)	19
2.4.3 Responder en ArcGIS	20
2.4.4 Archivo Histórico en Responder	20
2.5 Redes de Distribución Eléctrica	21
2.5.1 Sistemas de Distribución Eléctrica	21
2.5.2 Estaciones Transformadoras y Subestaciones de Distribución	22
2.5.3 Interruptor	24
2.5.4 Cuchilla Desconectadora	26

2.5.5 Fusible	27
2.5.6 Transformador	28
2.5.7 Conductores	29
CAPITULO III MARCO REFERENCIAL	30
3.1 Caracterización del Estudio	30
3.1.1 Empresa que se estudia	30
3.2 Experiencias Internacionales	32
CAPITULO IV MARCO LEGAL	33
CAPITULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS	37
CAPITULO VI CONCLUSIONES	50
6.1 Conclusiones	50
BIBLIOGRAFÍA	53

Lista de Abreviaturas

AM/FM: Mapeo Automatizado y Administración de Equipos.

AVL: Localización automática de vehículos, por sus siglas en inglés: Automatic Vehicle Location.

CAD: Centro de Atención y Despacho.

COD: Centro de Operaciones de Distribución.

DBMS: Sistema de Administración de Bases de Datos, por sus siglas en inglés: Database Management System.

GIS: Sistema de Información Geográfica, por sus siglas en inglés: Geographic Information System.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global, por sus siglas en inglés: Geographic Information System.

IVR: Sistema Interactivo de Reconocimiento de Voz, por sus siglas en inglés: Interactive Voice Recognition.

OMS: Sistema de Administración de Interrupciones, por sus siglas en inglés: Outage Management System.

SAP: Sistemas, Aplicaciones y Productos.

SCADA: Sistema de Control y Adquisición de Datos, por sus siglas en inglés: Supervisory Control and Data Acquisition.

SIG: Sistema de Información Geográfica.

INTRODUCCIÓN

Los cambios tecnológicos y el impacto que estos tienen en el ambiente de trabajo hacen que las empresas tengan que plantearse cambios en su estructura para poder hacer eficiente la gestión de los diferentes procesos que involucran al negocio.

Es por ello que la Empresa EDET S.A., que realiza la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) Corporativo que potenciará la gestión de la distribución eléctrica, tenga que plantearse un cambio en la estructura de trabajo para poder desplegar este de forma eficaz y eficiente.

El proyecto que lleva adelante, surgió con el propósito de unificar la información de la infraestructura eléctrica que posee en una sola plataforma. No sólo lo referente a la información de redes y equipos, sino los datos geográficos que tienen que ver con su división política, administraciones, sucursales, áreas comerciales, como así también datos de proyectos, calidad de servicio y mucho más.

Con este proyecto la empresa habrá logrado un gran avance tecnológico en cuanto al manejo y control de toda la red de distribución eléctrica.

El proceso de implementación consta de tres fases que se desarrollaron paralelamente:

La primera es la configuración y diseño del modelo de datos del Sistema ArcFm, la migración de las redes y estructuras georeferenciadas analizando la consistencia eléctrica de cada elemento que conforma la red eléctrica y digitalizar la cartografía del negocio.

La segunda fase fue la implementación de ArcFm Designer, que sirve para la realización de proyectos y diseños en un entorno georeferenciado. Trabaja de manera sincronizada con SAP PS y SAP PM en la gestión y seguimiento de proyectos. La integración lograda permite registrar en el GIS todas las obras que se realizan, así como planificar el futuro.

La tercera fase y sobre la cual se profundizará en la investigación corresponde al OMS Responder que es un módulo para la gestión y administración de las interrupciones, el cual está conectado con el SCADA de la empresa a través de una interface desarrollada por la Empresa Informática.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Introducción

En este capítulo se establecen las características generales, que permiten establecer una guía práctica en el proceso general de la elaboración de la tesina, para lograr un mejor resultado final, permitiendo alcanzar los objetivos planteados. Se determina una justificación de la necesidad de contar con un sistema de administración de interrupciones que cumpla con los requerimientos actuales y del mercado para empresas de distribución eléctrica, se establece el problema de estudio, los ámbitos en los que se desarrollará el trabajo, tanto a nivel temporal como espacial e institucional. Por último se desarrolla la investigación o estudio y las fuentes de información consultadas que servirán como insumo para el proceso de análisis y formulación.

1.2 Justificación del Tema

En las empresas de servicio eléctrico, los factores internos y externos como la regulación, las exigencias de los clientes y la necesidad de ser más eficientes, hacen que las mismas busquen maximizar la confiabilidad de su redes de distribución, el principal componente que se debe buscar tratar de reducir y mejorar es la ocurrencia y atención de las interrupciones de servicio. Se trata con ello lograr mayor eficiencia, mejorar la satisfacción del cliente, reducir los costos y de mantener los estándares de calidad dentro de un margen de control aceptable.

Los sistemas de administración de interrupciones, también llamados sistemas de gestión de cortes de energía o de interrupciones de servicio,

vienen a colaborar en la administración de las interrupciones que se presentan en los sistemas de distribución de energía. Dentro de sus objetivos se encuentran la identificación temprana de la presencia de un corte o interrupción del servicio, la administración de los recursos para atender el pronto restablecimiento del servicio, la administración de la información estadística e informes internos para prevenir nuevas ocurrencias de las interrupciones y la generación de informes internos o externos, para organismos de control.

Algunos de los beneficios esperados que brinda un Sistema de Administración de Interrupciones basados en el uso de los Sistemas de Información Geográfica son los siguientes:

a. Permite realizar simulaciones por medio de los Sistemas de Información Geográfica y modelos AM/FM (*El término AM/FM hace referencia a Automatic Mapping / Facility Management (mapeo automático / gestión de instalaciones) que forma parte de GIS y está asociado con la gestión de infraestructuras públicas como gas, electricidad, agua o telecomunicaciones. El término AM/FM hace referencia a software GIS que permite a los usuarios digitalizar, gestionar y analizar la información de su red de servicios*) sobre la ubicación geográfica del incidente y posible impacto de una interrupción, permitiendo establecer sectores y cantidad de clientes afectados, posibles elementos fallados, así como el generar reportes de confiabilidad del sistema y de ingreso de llamadas.

b. Permite establecer la documentación y características necesarias para dar respuesta al cliente mediante diferentes tipos de plataformas sobre la información correspondiente a los cortes o averías que podrían estar afectando su continuidad de servicio.

c. Reducir los tiempos de atención de las averías y los cortes de energía provocados por una incidencia en la red de distribución eléctrica.

d. Calcular en tiempo real los índices de gestión de calidad, utilizados por las empresas de distribución eléctrica para medir la confiabilidad y continuidad del servicio que se brinda a los clientes.

e. Gestionar el despacho y rastreo de fuerzas de trabajo o cuadrillas por medio de tecnología GPS, asignadas a la atención de interrupciones y así disminuir costos de mano de obra, materiales y transporte a la hora de brindar el servicio de solución del incidente.

1.3 Problema de Estudio

La implementación del SIG en las empresas tiene muchos beneficios ya que permite mejorar los procesos técnicos y comerciales existentes, además de brindar información actualizada de los bienes de uso.

Desde el punto de vista de la operación del sistema eléctrico el SIG es una herramienta muy poderosa, sin embargo, para poder lograr que la implementación sea exitosa es necesario abordar los siguientes temas:

1- Capacitación a los usuarios finales

Las nuevas tecnologías están modificando el trabajo en todas las empresas. Estos cambios deben servir para reducir tareas sencillas y repetitivas, liberar personas y permitirles dedicar más tiempo a analizar problemas y concebir soluciones creativas.

Es por ello que se deben planificar y orientar las capacitaciones teniendo en cuenta la nueva dinámica que proporciona la herramienta OMS, pensando en el cambio de ambiente y paradigmas con respecto a los sistemas tabulares que se emplean actualmente.

2- Inconsistencia de información

Es importante que los datos SIG se ajusten a un estándar de calidad, porque una mala calidad en los datos afecta negativamente a la toma de decisiones y a menudo genera problemas cuya solución es costosa.

Muchas organizaciones, especialmente las que operan con presupuestos y recursos limitados, se ven obligadas a reducir drásticamente o incluso a eliminar por completo el proceso de revisión de la calidad de los datos. Esto significa que

ahí fuera existe una gran cantidad de datos SIG de dudosa calidad que con frecuencia solo son útiles para el trabajo de un equipo o proyecto individual, no para otros.

Los datos de mala calidad afectan negativamente a la toma de decisiones en las situaciones cotidianas que requieren información precisa con la que cubrir diversas necesidades de una organización. Por ejemplo, las empresas de servicios necesitan mantener sus activos en posiciones precisas, ya que una información incorrecta puede afectar a los proyectos de construcción o reparación y al envío de notificaciones de corte del suministro a los clientes.

Asimismo, cuando se implementan prácticas de calidad de datos deficientes, la organización se ve afectada en su capacidad para mejorar los procesos empresariales y ofrecer nuevos servicios o productos basados en información geográfica. Las necesidades empresariales evolucionan constantemente, puesto que las organizaciones buscan mejorar sus procesos de suministro de servicios a los clientes y al mismo tiempo minimizar los costos. Los servicios de datos y los correspondientes requisitos de calidad de datos que van de la mano de estas necesidades en evolución también deben evolucionar. Las prácticas de calidad de datos basadas en procesos manuales o en aplicaciones personalizadas dificultan la capacidad de evaluar con rapidez si los servicios de datos sabrán responder a las nuevas actividades y, si no lo hacen, el nivel de esfuerzo necesario para que se adecúen a las nuevas necesidades empresariales.

3- Jerarquización de los procesos

Debido al nivel de conocimiento de las tareas que se requieren desarrollar con el sistema, es necesario contar con personal especializado para cada uno de los procesos involucrados en el SIG.

El aspecto a considerar es la estrategia para lograr mejorar la estructura de trabajo y la gestión de recursos humanos y tecnológicos para obtener una base de datos consistente, diseños óptimos de las redes de distribución de energía, y operar estas de manera eficiente logrando brindar al cliente la mejor Calidad de Servicio.

1.3.1 Planteamiento General del Problema

Durante varios años la Empresa ha venido usando un Sistema de Administración de Interrupciones, basado en sistemas de bases de datos con interfaces de usuario tipo tabular, sin interfaz gráfica donde los usuarios puedan obtener un medio de apoyo visual para determinar qué es lo que está pasando en el terreno.

Este tipo de sistema no proporciona una administración fluida de la interrupción, de manera que se dé una atención rápida e intuitiva, esto hace poco eficiente la labor tanto del personal que genera las interrupciones, como del personal que se encarga de administrar los recursos para atención de las mismas.

Esta condición, propicia el hecho de que se dificulte la administración de las interrupciones y de que exista la posibilidad de que se desvirtúe el proceso de atención de la interrupción, en especial a la hora de calcular y evaluar los índices de calidad y continuidad de servicio que se reportan a los organismos externos.

1.4 Objeto de Estudio

1.4.1 Delimitación temporal

En esta investigación se utilizará datos de los procesos relacionados al SIG de los últimos 2 años, información que servirá como insumo para realizar los análisis y estudios correspondientes.

1.4.2 Delimitación espacial

El estudio se llevará a cabo en la EMPRESA, específicamente en los sectores que están involucrados en el proceso de gestión del SIG como lo son el Centro Operación de Distribución, Proyecto y Obras y otros sectores que serán indispensables para llevar a cabo el proceso de integración e implementación.

CAPÍTULO II

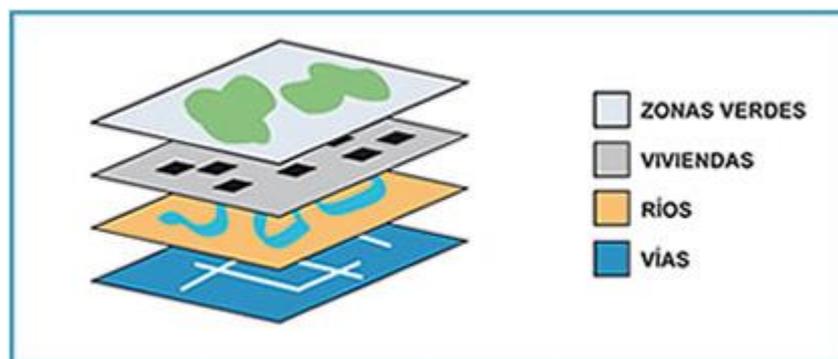
MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas de Información Geográfica.

2.1.1 Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (**SIG** o **GIS**, en su acrónimo inglés [Geographic Information System]) es una integración organizada de *hardware*, *software* y *datos geográficos* diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.



Estructuras de capas de información en los SIG.

Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

1. **Localización:** preguntar por las características de un lugar concreto.
2. **Condición:** el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
3. **Tendencia:** comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
4. **Rutas:** cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
5. **Pautas:** detección de pautas espaciales.
6. **Modelos:** generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátiles, el campo de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.

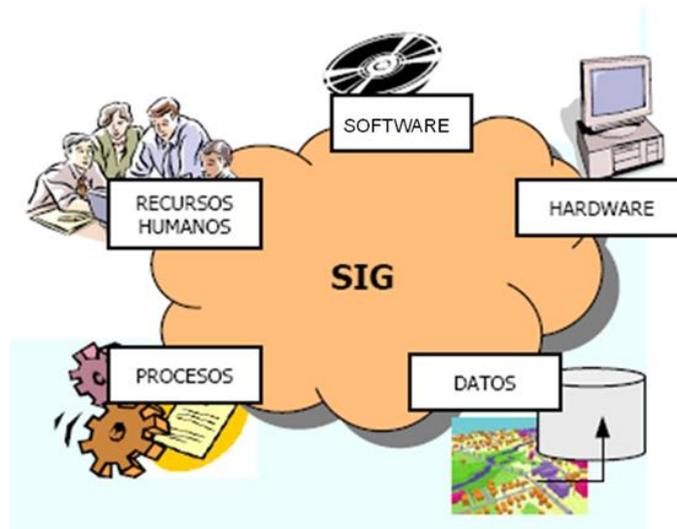
2.1.2 Elementos que conforman un SIG

Los componentes de un SIG son los mismos que para cualquier sistema de información: hardware, software, procesos, datos, recursos humanos.

Si bien los componentes difieren en niveles de complejidad, costos y plazos de implementación, todos son igualmente importantes y necesarios, es decir, un SIG no es simplemente “computadoras y programas”, sino un sistema de información especializado con necesidades especiales que requieren, además de seleccionar e instalar computadoras y aplicativos, identificar e implementar procesos, diseñar y elaborar el modelo del espacio geográfico e involucrar y capacitar a los recursos humanos de las áreas donde dicho sistema funcionará.

Además de los componentes principales existen otros elementos que también intervienen en un SIG y que no pueden ser desconsiderados. Uno de ellos es la institución donde se implementará el sistema lo que significa considerar los

aspectos legales, económicos, políticos y culturales que influirán en el diseño, desarrollo y operación del sistema.



Hardware

Este componente representa el soporte físico del SIG. Está conformado por las computadoras donde se desarrollan las distintas tareas de administración y operación del sistema, por los servidores donde se almacenan los datos y se ejecutan ciertos procesos, por los periféricos de entrada (scanner, dispositivos de lectura de archivos, etc.), los periféricos de salida (como los monitores, impresoras, plotter, etc.) y todos los componentes de la red informática.

Software

Este componente representa el soporte lógico del sistema. Está conformado no sólo por el software y las aplicaciones SIG, sino también por los sistemas operativos, los sistemas de administración de bases de datos, los lenguajes de programación necesarios para el mantenimiento y desarrollo de las aplicaciones y otros programas especializados, como para el procesamiento de imágenes satelitales, de dibujo (CAD), paquetes estadísticos, etc.

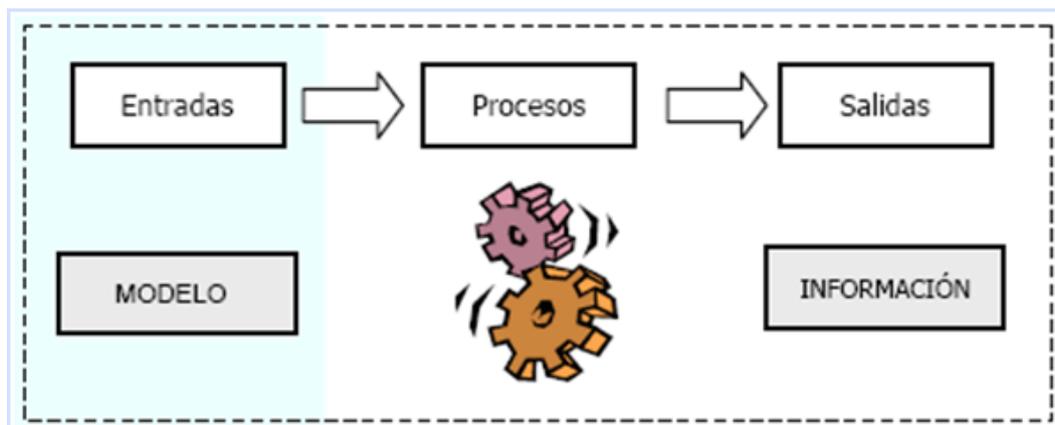
A nivel de software SIG, actualmente pueden encontrarse una gran variedad de productos, con distintos fines, capacidades, tipos de datos que pueden trabajar, simplicidad de operación y aprendizaje, niveles de costos, etc. Según los distintos usuarios del sistema, deberán definirse y adquirirse los software SIG adecuados para cada puesto de trabajo.

SOFTWARE GIS	
<i>COMERCIAL</i>	<i>LIBRE</i>
ArcGIS	GvSIG
Geomedia	Udig
Mapinfo	Jump
Manifold	Grass
Autodesk Mapguide	Quantum GIS
Idrisi, etc.	Ilwis, etc.

Procesos

Los procesos definen qué tareas, utilizando los datos y recursos tecnológicos, serán realizadas por el sistema. Definen el qué del Sistema.

Una definición clara de los procesos a ejecutar resulta imprescindible para una correcta identificación de las necesidades de software, aplicaciones, conformación de la base de datos, hardware y capacitación.



Datos

Queda representado físicamente por una base de datos almacenada en un servidor, en el caso de sistemas corporativos o por un conjunto de archivos almacenados en el puesto de trabajo, en el caso de SIG pequeños u orientados a un proyecto específico.

La base de datos contiene el conjunto de datos que representan (a través de un modelo) el espacio geográfico sobre el cual la organización actúa y se dirigen sus políticas y decisiones.

La base de datos queda conformada por elementos gráficos, que definen la geometría de los elementos geográficos y atributos, que son las características de dichos elementos. Los elementos gráficos quedan definidos por coordenadas que, a la vez que definen la forma y dimensiones, permiten ubicar desde un punto de vista absoluto (coordenadas geográficas o proyectivas en un sistema real) los elementos e identificar sus relaciones respecto de los demás elementos (topología).

Desde el usuario, la base de datos es visualizada como capas de información de distintas temáticas (calles, manzanas, ríos, usos del suelo, etc.) del espacio bajo análisis.

Recursos humanos

Los recursos humanos que administrarán y utilizarán el SIG son otro componente del sistema, tan importante como los demás. Sin embargo, la preparación de este componente no resulta tan sencilla como los componentes técnicos. Trabajar con los recursos humanos, conformar los equipos, producir cambios en sus hábitos de trabajo, brindar capacitación y obtener resultados en los procesos de trabajo, son tareas difíciles de llevar adelante y la importancia y esfuerzos que se dediquen en este sentido no deben ser subestimados.

Al diseñar e implementar un SIG, deben identificarse claramente los distintos roles de los recursos humanos clave. Además de los usuarios finales, normalmente es imprescindible la conformación de áreas que sirvan de soporte especializado al sistema, donde pueden encontrarse programadores, analistas de sistemas, administradores de bases de datos, especialistas en cartografía, etc.

La capacitación es el medio para gestionar adecuadamente los recursos humanos y obtener los cambios necesarios para su adecuado funcionamiento, debe ser vista como un “proceso” en el que se adquieren “nuevos conocimientos, habilidades y actitudes” y no simplemente como “cursos de operación” de aplicativos.

2.2 Sistema de Información Geográfica ArcGIS

2.2.1 El Sistema ArcGIS

ArcGIS es una robusta plataforma informática para diseñar y gestionar soluciones, a través de la aplicación del conocimiento geográfico. Todo esto mediante diversos productos integrados que permiten a todo tipo de usuarios: crear, analizar, almacenar, así como compartir datos, modelos y mapas, dentro de una organización o en la web.

El acceso a la plataforma ArcGIS está disponible para clientes desktop, navegadores web y dispositivos móviles, que se conecten a servidores departamentales, corporativos o arquitecturas computacionales en la Nube para gestionar la información. Además, ArcGIS proporciona a los desarrolladores herramientas que les permitirán crear sus propias aplicaciones.



2.3 Extensión de ArcFM como solución empresarial.

2.3.1 ArcFM

ArcFM es una poderosa extensión de la plataforma ArcGIS de ESRI. Una solución corporativa completa para editar, modelar, mantener y gestionar instalaciones e información cartográfica de servicios públicos de electricidad, gas y agua.

La solución ArcFM permite hacer uso de un único entorno integrado para gestionar y mapear múltiples activos, aprovechando todo el poder del sistema orientado a objetos de ArcGIS.

2.3.2 Designer

ArcFM Designer es una extensión de la solución ArcFM que proporciona un entorno integrado para la preparación de bosquejos de trabajo de construcción, gestión del flujo de trabajo, análisis estructural y de redes, diseños automatizados y estimaciones de costos de trabajo.

Mejora la capacidad para el diseño y seguimiento de los proyectos de distribución y mantenimiento de datos SIG.

2.3.3 Responder

ArcFM Responder es un Sistema Integral de Gestión de Interrupciones (OMS) que proporciona el máximo provecho de los datos de las redes y clientes georeferenciados, y reúne la funcionalidad de SCADA, IVR y AVL a través de un marco de integración directa.

2.4 Sistema de Administración de Interrupciones (OMS) Responder de ArcFM

Responder proporciona una solución para realizar la administración de interrupciones. Representa un paquete completo de herramientas OMS dentro de un verdadero entorno de Sistemas de Información Geográfica. En vez de imponer un modelo de datos frágil y muy sensible, Responder hace uso de los datos más actuales y mejor disponibles para soportar el OMS y los procesos de despacho de cuadrillas. Más aún, en contraste con la práctica tradicional de las compañías de crear un ambiente totalmente propio, Responder usa componentes SIG comunes y modernos para conseguir su misión.

Funcionalidades:

- ✓ Motor de predicción configurable para determinar la localización del elemento más probable de falla.
- ✓ Generador de problema, simulación de interrupciones para entrenamiento y pruebas.
- ✓ Interfaz gráfica de usuario en ArcMap
- ✓ Equipo de expedición y seguimiento
- ✓ Apoyo a las alarmas y eventos
- ✓ Basada en estándares abiertos, que utilizan lenguajes de programación no propietarios y proporcionar

interfaces estándar para la integración con otros sistemas tales como SCADA y telefonía.

2.4.1 Portal Web de Responder

El Portal Web de Responder ofrece una variedad de herramientas para distintos tipos de usuarios. Los Responsables de Atención al Cliente (Call Center) pueden acceder para realizar el registro de llamadas e información de re-llamadas. Los Despachadores pueden visualizar mapas y consultar información sobre los elementos de la red. Un Administrador puede añadir usuarios, asignar roles y gestionar el motor de predicción. Por defecto todos los perfiles de usuario tienen acceso a la Herramienta de Configuración (Settings) para modificar datos personales como puede ser la clave de usuario y la pregunta de seguridad en caso de olvido.

También tienen acceso al Cuadro de Mando (Dashboard) todos los usuarios, y es en esta herramienta donde se puede consultar toda la información sobre interrupciones en distintos tipos de vistas.

El Portal Web de Responder ofrece la siguiente funcionalidad por defecto:



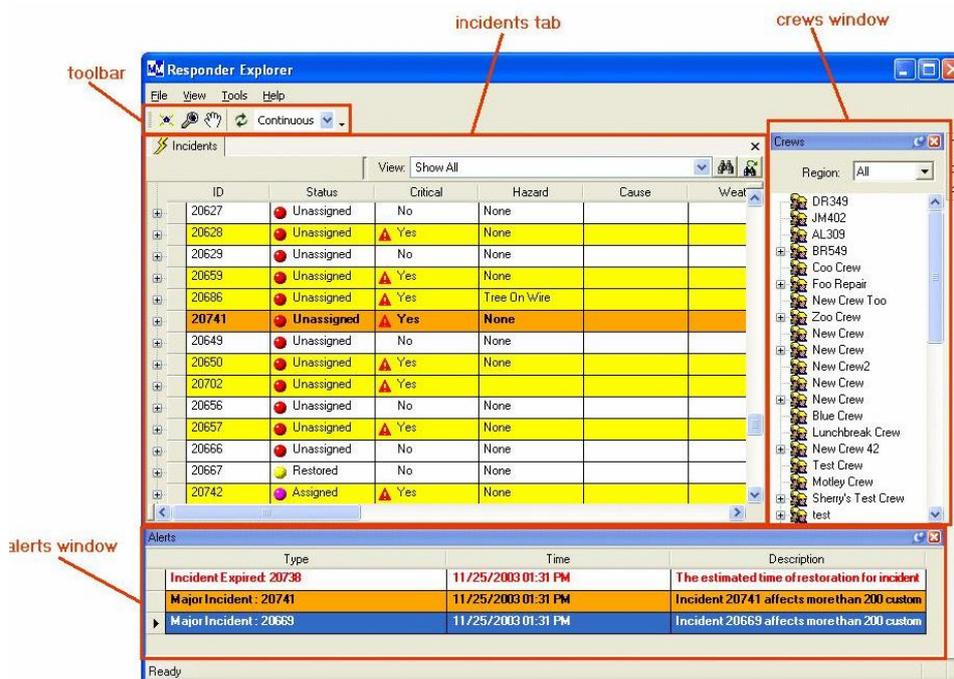
- **Dashboard:** Por defecto, el Dashboard está disponible para todos los usuarios y no requiere una asignación de roles o de usuario / clave. Ofrece información sobre el estado operacional de la red (interrupciones) en diversos formatos.
- **Atención al Cliente:** Permite al usuario registrar llamadas asociadas a clientes o a localizaciones y realizar rellamadas.
- **Visualizador de Mapas:** Muestra una vista del mapa y permite navegar por ella.
- **Despachadores:** Permite asignar usuarios a regiones, así como fijar los parámetros del motor de predicción para cada región.
- **Administración:** Permite crear usuarios, roles y tareas, así como dar acceso a los usuarios a directorios específicos de Responder.

2.4.2 Explorador de Responder (Responder Explorer)

Cuando un operador del Call Center registra una nueva llamada utilizando el Formulario de Registro de Llamadas del Explorador Web de Responder, se genera un nuevo incidente creando un registro en el Explorador de Responder.

El Explorador de Responder ofrece varias ventanas y barras de herramientas:

- Cuadro de Mando (Dashboard): Muestra una vista a alto nivel de la situación general de todas las interrupciones.
- Barra de Herramientas de Explorer (Explorer Toolbar): Provee funcionalidad para visualizar la información de los incidentes en el Explorador de Responder y ArcMap (GIS).
- Incidentes (Incidents): Lista los incidentes, los equipos fallados y las llamadas de los clientes.
- Menú lateral: Situados a la derecha de la ventana de incidentes, contienen acceso a las Órdenes de Maniobra, Etiquetas, Cuadrillas y Cuadro de Mando.
- Alarmas (Alerts): Muestra las alarmas asociadas a las llamadas y a los incidentes.



2.4.3 Responder en ArcGIS

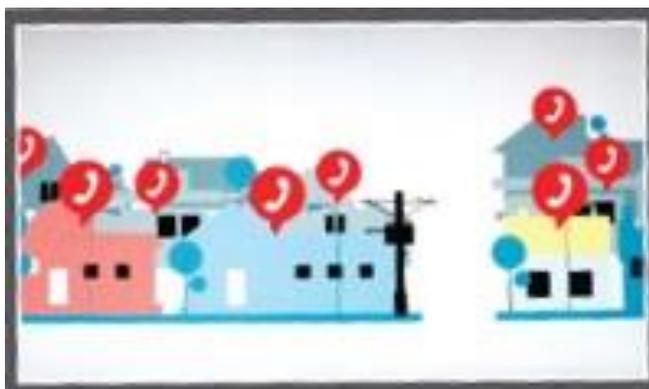
Cuando un operador del Despacho registra una llamada en el Formulario de Registro de Llamadas del Navegador Web de Responder, se ejecutan de forma automática dos acciones:

a) Responder crea un incidente en la base de datos del Explorador de Responder e inserta un símbolo en el mapa (ArcMap – GIS), justo en el lugar donde se ha detectado la interrupción para indicar la situación del incidente.

b) Responder utiliza el motor de predicción para analizar los incidentes abiertos y determina la fuente más probable causante de la interrupción, consolidando (agrupando) los incidentes provocados por el mismo equipo fallado aguas arriba.

1. Motor de Predicción

Responder posee un motor de predicción que permite a través de los reclamos de los clientes determinar los posibles lugares de fallas en el sistema eléctrico. De esta manera se logran mejorar notablemente los tiempos de respuesta para la reposición de servicio.



2.4.4 Archivo Histórico en Responder

Responder almacena toda la información necesaria para analizar la Calidad del Servicio Eléctrico. Desde el momento en que se genera una interrupción, ya sea de forma manual (por el operador) o de forma automática (en

base a las llamadas de clientes o señales del SCADA), Responder registra todas las acciones (llamadas, equipos afectados, número de clientes afectados, cuadrillas asignadas, etc.), con fecha y hora, que realizan sobre ella hasta su cierre definitivo. El Operador utiliza el Responder Explorer para gestionar las interrupciones y puede solicitar un informe con todos los pasos realizados hasta el momento. Si la interrupción sigue abierta, será visible desde el Explorador de Responder.

El cierre de la interrupción, desencadena de forma automática (transparente para el operador) su paso al archivo histórico de Responder, liberando la base de datos de operación para garantizar en todo momento un mejor rendimiento del sistema.

El Operador utiliza el módulo Responder Archive Explorer para consultar las interrupciones cerradas. Por lo tanto, toda la información relevante para el cálculo de los Índices de Calidad de Servicio Eléctrico reside en el Archivo Histórico de Responder y se puede consultar utilizando el Responder Archive Explorer.

A partir de la información almacenada en el Archivo Histórico de Responder es posible generar cualquier Índice de Calidad de Servicio Eléctrico.

El Archivo Histórico de Responder constituye la base para la gestión de la Calidad del Servicio y permite realizar el cálculo de los Índices de Calidad requeridos para informar a la Gerencia y a los Entes de Control.

2.5 Redes de distribución eléctrica

2.5.1 Sistemas de Distribución Eléctrica

Es el conjunto de instalaciones de Baja y Media tensión encargadas de entregar la energía eléctrica a los usuarios a los niveles de tensión normalizados y en las condiciones de seguridad exigidas por los reglamentos.

Los sistemas de distribución, ya sea que pertenezcan a empresas privadas o estatales, deben proyectarse de modo que puedan ser ampliados progresivamente, con el fin de asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura al mínimo costo de operación.

2.5.2 Estaciones Transformadores y Subestaciones de Distribución

Una estación transformadora eléctrica es un conjunto de máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente) y de proveer un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de un sistema. Es posible clasificarlas desde el punto de vista de la función que desempeñan.

El objetivo a cumplir por una estación transformadora es determinante en su ubicación física.

Para esto, están ubicadas en zonas estratégicas, de fácil acceso a líneas de alta tensión y localizadas en terrenos lo suficientemente grandes para albergar en forma segura los equipos para el manejo de alta tensión.

Por otra parte las estaciones transformadoras deben construirse en función del crecimiento de la carga, es decir, deben estar ubicadas en los centros de carga de áreas urbanizadas para, de esta forma, asegurar la calidad y continuidad del servicio al usuario.

Las estaciones transformadoras son alimentadas desde los centros de generación con líneas o cables de potencia a la tensión de 132 o 220 kV.

SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Conjunto de instalaciones para la transformación y/o seccionamiento de la energía eléctrica, que recibe de una red de distribución primaria y la entrega a un sub- sistema de distribución secundaria, instalaciones de alumbrado público, a otra red de distribución primaria, o a usuarios alimentados a tensiones de distribución primaria o secundaria.

Comprende generalmente el transformador de distribución, los equipos de maniobra, protección y control; tanto en el lado primario como en el secundario, y eventualmente las edificaciones para albergarlas.

TIPOS DE SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

De acuerdo a su equipamiento la subestación puede ser:

- Tipo Cámara.
- Tipo aérea.
- Tipo compacta.

SUBESTACIÓN CÁMARA

Es la subestación de distribución cuyo equipamiento es del tipo interior y está instalado en una caseta apropiada en la que se ha previsto pasadizos y espacios de trabajo.

Por su ubicación puede ser de 2 tipos: de superficie (a nivel del piso) y subterránea.

SUBESTACIÓN AEREA

Es la subestación de distribución cuyo equipamiento es del tipo exterior (a la intemperie) y está instalado sobre el nivel del piso sobre uno o dos soportes. Si la subestación aérea esta soportada en un poste (generalmente de hormigón armado pretensado) es tipo monoposte.

Y si está soportada por 2 columnas unidas entre sí por una plataforma en la que se asienta el transformador (generalmente de hormigón pretensado) es del tipo biposte.

SUBESTACIÓN COMPACTA

Es la subestación de distribución cuyo equipamiento es del tipo exterior (a la intemperie) y tiene un transformador de distribución trifásico no convencional denominado transformador compacto, porque tiene los dispositivos

de protección y maniobra incorporados dentro de la cuba o tanque de aceite dieléctrico.

La subestación compacta es de tipo bóveda si el transformador está instalado en una bóveda de concreto subterránea bajo la vereda de la vía pública; y es del tipo pedestal si el transformador está instalado sobre una base de concreto a nivel de la superficie del piso en un área libre de terreno.

2.5.3 Interruptor

Son los elementos cuya función es desconectar los circuitos bajo condiciones de corriente nominal, vacío o cortocircuito, es decir, con condiciones normales o anormales. Su operación puede consistir en lo siguiente:

- Desconexión normal.
- Interrupción de corriente de falla.
- Cierre con corrientes de falla.
- Interrupción de corrientes capacitivas.
- Interrupción de pequeñas corrientes inductivas.
- Fallas de línea.
- Recierres automáticos rápidos.
- Cambios súbitos de corriente durante la maniobra.

Los valores nominales de un interruptor deben considerar las condiciones de operación posibles mencionadas anteriormente, o sea que su diseño debe considerar estos factores y desde luego que debe estar diseñado y construido para conducir las corrientes de plena carga del sistema en el que se encuentra y soportar los esfuerzos electrodinámicos debidos a las corrientes de cortocircuito.

Las normas internacionales recomiendan que como mínimo se deban especificar las siguientes características nominales de un interruptor:

a. Tensión nominal y corriente nominal: Durante las condiciones normales de operación de un sistema la tensión no es constante, por lo que los fabricantes deben garantizar la correcta operación del interruptor a la tensión máxima de diseño, por lo general es mayor que la tensión nominal de operación. La tensión máxima de diseño de un interruptor es el máximo valor de tensión para

el cual el interruptor está diseñado y representa el límite superior de tensión al cual el interruptor puede operar. La corriente nominal de un interruptor es el valor eficaz de la corriente expresada en amperes, para el cual está diseñado y que debe ser capaz de conducir continuamente sin exceder los límites recomendables de elevación de temperatura.

b. Frecuencia nominal: Es la frecuencia a la cual está diseñado para operar y que corresponde a la frecuencia del sistema del cual se va a conectar, por ejemplo en Argentina este valor es de 50 Hz.

c. Capacidad de interrupción simétrica y asimétrica: Las corrientes de cortocircuito están formadas de varias componentes, si se toma un oscilograma de una corriente de cortocircuito se puede observar que en general son asimétricas con relación a un eje de referencia de tal manera que el valor eficaz de la corriente varía con el tiempo. La corriente de interrupción de un polo de un interruptor es el valor de la corriente en el polo en el instante de separación de los contactos y se expresa por dos valores que representan las corrientes de apertura:

- Corriente simétrica: Es el valor eficaz de la componente de corriente alterna en el polo en el momento de la separación de los contactos.
- Corriente asimétrica: Es el valor eficaz del valor total de la corriente que comprende los componentes de corriente alterna y corriente directa en un polo en el instante de separación de los contactos.

d. Capacidad de cierre en cortocircuito: Este valor caracteriza la capacidad de un interruptor para cerrar sus contactos en condiciones de corto circuito en el sistema.

e. Máxima duración de la corriente de cortocircuito o corriente nominal de tiempo corto: La corriente de cierre de un interruptor cuando cierra sobre un corto circuito, es el valor eficaz de la corriente total (incluyendo las componentes de corriente alterna y corriente directa). La corriente nominal de tiempo corto de un interruptor es valor eficaz de corriente que el interruptor puede conducir en posición cerrada sin sufrir daño para intervalos de tiempos cortos especificados.

f. Ciclo de operación nominal: El ciclo de operación de un interruptor consiste de un número de operaciones establecidas con intervalos de tiempo dados.

2.5.4 Cuchilla Desconectadora

Las cuchillas son los elementos que sirven para seccionar o abrir alimentadores primarios de distribución, su operación es sin carga y su accionamiento de conectar y desconectar es por pértiga, abriendo o cerrando las cuchillas una por una o en grupo según el tipo de la misma; su montaje en poste puede ser horizontal o vertical.

Su empleo es necesario en los sistemas ya que debe existir seguridad en el aislamiento físico de los circuitos antes de realizar cualquier trabajo y para los cuales la presencia de un interruptor no es suficiente para garantizar un aislamiento eléctrico.

Las cuchillas desconectadoras en particular deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. Garantizar un aislamiento dieléctrico a tierra y sobre todo en la apertura.

b. Conducir en forma continua la corriente nominal sin que exista una elevación de temperatura en las diferentes partes de la cuchilla y en particular de los contactos.

c. Soportar por un tiempo especificado (generalmente 1 segundo) los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuito.

d. Las maniobras de cierre y apertura se deben realizar con toda seguridad, es decir, sin posibilidad de que se presenten falsos contactos o posiciones falsas aún en condiciones atmosféricas desfavorables.

Las cuchillas desconectadoras pueden tener formas y características constructivas que tienen variantes con base a la tensión de aislamiento y a la corriente que debe conducir en condiciones normales.

1. Cuchillas Unipolares

En este seccionador en la posición cerrada la navaja se encuentra insertada en un contacto que está a presión aprisionando fuertemente la navaja para garantizar un buen contacto eléctrico.

2. Cuchillas Tripolares

Son básicamente el mismo tipo de cuchillas unipolares pero el mando es tal que se accionan las tres fases simultáneamente.

2.5.5 Fusible

Los fusibles, son dispositivos de protección que interrumpen el paso de la corriente eléctrica fundiéndose cuando el amperaje es superior a su valor nominal, protegen transformadores de distribución y servicios interiores de media tensión contra sobrecorriente y corriente de cortocircuito, van colocados dentro del tubo protector del portafusible cortacircuito.

El fusible está reservado por la interrupción automática del circuito que protege cuando se verifican condiciones anormales de funcionamiento que están asociadas con las sobrecorrientes, esta interrupción se obtiene de la fusión de un elemento fusible que en si representa la parte fundamental y que determina sus características.

La principal función del fusible la desarrolla el elemento fusible propiamente dicho al cual se le deja la función de soportar sin calentamiento excesivo la corriente nominal y de fundirse durante un tiempo determinado cuando la corriente supera el límite máximo de fusión previsto, este tiempo depende de la densidad de corriente del elemento fusible, y otras características como su resistividad, calor específico, etc.

2.5.6 Transformador

El transformador es un dispositivo eléctrico sin partes en movimiento (máquina eléctrica estática) que se basa en el principio de inducción magnética, el cual se orienta al hecho que todo conductor que se le haga pasar una corriente originará un campo magnético y a todo campo magnético que lo atraviese un conductor originará una corriente. Se pone en manifiesto que se transfiere energía eléctrica de un circuito a otro sin que exista contacto físico entre ambos, ni variación en la frecuencia de la señal eléctrica.

El transformador consta, en una forma simplificada, de un núcleo de hierro cerrado, sobre el que generalmente se disponen dos arrollamientos devanados o bobinas: la que recibe la energía se llama primaria y la que la entrega es llamada secundaria, así el número de espiras de cada bobina (junto con el voltaje en el primario) definen el voltaje en el secundario. Además, el núcleo de hierro es para conducir el flujo magnético originado en el devanado primario y que culmina en el devanado secundario. Cabe mencionar que todos los transformadores tienen una potencia limitada y esta se mide en kVA (kilovoltio-amperios).

1. Clasificación básica de Transformadores

a. Distribución: Los transformadores de distribución son los equipos encargados de cambiar la tensión primaria a un valor menor de tal manera que el usuario pueda utilizarla sin necesidad de equipos e instalaciones costosas y peligrosas. Se llaman de distribución porque son los que se instalan para suministrar el servicio en baja tensión al cliente.

La capacidad del transformador se selecciona en función de la magnitud de la carga, debiéndose tener especial cuidado en considerar los factores que influyen en ella, tales como el factor de demanda y el factor de coincidencia.

Se utilizan en intemperie o interior para distribución de energía eléctrica en media tensión. Son de aplicación en zonas urbanas, industrias, minería, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

Se fabrican en potencias normalizadas desde 25 hasta 1000 kVA y tensiones primarias de 13.2, 15, 25, 33 y 35 kV. Se construyen en otras tensiones primarias según especificaciones particulares del cliente. La variación de tensión, se realiza mediante un conmutador exterior de accionamiento sin carga.

b. Potencia: Se utilizan para subtransmisión y transmisión de energía eléctrica en alta y media tensión. Son de aplicación en subestaciones transformadoras, centrales de generación y en grandes usuarios. Se construyen en potencias normalizadas desde 1.25 hasta 30 MVA, en tensiones de 13.2, 33, 66 y 132 kV.

2. Clasificación por número de fases

a. Monofásico: Se dice que un transformador es monofásico cuando tiene dos columnas, cada una con un devanado. En una se coloca el primario, el cual recibe la energía eléctrica y en la otra el secundario, encargado de entregarla. Se le llama también transformador de una sola fase.

b. Trifásico: Está formado por tres columnas adyacentes dispuestas en un mismo plano y unidas entre sí por culatas. Cada columna tiene un arrollamiento de alta y otro de baja tensión.

2.5.7 Conductores

Un conductor eléctrico es un material metálico; básicamente, de determinado espesor que permite el paso de la corriente a través de este.

Existen tres categorías en las que podemos clasificarlos:

- Buenos conductores
- Semiconductores
- Aislantes (malos conductores)

Los buenos conductores son todos aquellos materiales metálicos que presentan poca resistencia al ser atravesados por la corriente, entre estos están: el

Aluminio (Al) y el Cobre (Cu). Los semiconductores presentan más resistencia a dicho efecto, por ejemplo, el Silicio (Si) y el Germanio (Ge).

Los aislantes se caracterizan por ser pésimos conductores de electricidad, lograr que por ellos circule algún tipo de corriente es muy difícil, podemos citar entre otros la porcelana, la madera.

Las líneas de conducción de alta tensión suelen estar formadas por cables de cobre, aluminio o acero recubierto de aluminio o cobre. Estos cables están suspendidos de postes o columnas, altas torres de acero, mediante una sucesión de aislantes de porcelana. Gracias a la utilización de cables de acero recubierto y altas torres, la distancia entre éstas puede ser mayor, lo que reduce el coste del tendido de las líneas de conducción; las más modernas, con tendido en línea recta, se construyen con menos de cuatro torres por kilómetro. Para las líneas de distribución, a menor tensión, suelen ser postes de madera o columnas de hormigón, más adecuados que las torres de acero.

En las ciudades y otras áreas donde los cables aéreos son peligrosos se utilizan cables aislados subterráneos. Algunos cables tienen el centro hueco para que circule aceite a baja presión. El aceite proporciona una protección temporal contra el agua, que podría producir fugas en el cable.

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1 Caracterización del Estudio

3.1.1 Empresa que se estudia

Una empresa tucumana, cuya principal actividad es la prestación del servicio público de distribución y comercialización de energía eléctrica, integrada por capitales argentinos y chilenos, con amplia experiencia en el ámbito de la construcción y de los servicios.

Visión

Proyectarse como una empresa líder, sólida, dinámica y competitiva por excelencia.

Misión

Brindar un servicio integral, de excelencia, con altos estándares de calidad y satisfacción al cliente, con énfasis en la eficiencia, seguridad y rentabilidad.

Objetivos

- Ser solución para nuestros clientes.
- Ser fuente de oportunidades, crecimiento, desarrollo y formación para nuestro personal.
- Promover el trabajo en equipo, con énfasis en la innovación para potenciar resultados y generar sinergia.
- Generar valor en forma sostenida y creciente.
- Convertir a nuestros proveedores, contratistas y entidades gremiales en nuestros socios estratégicos.
- Integrar nuestra organización en la comunidad, a través del respeto por sus habitantes, sus instituciones, su historia y sus tradiciones.
- Compromiso con el desarrollo sustentable de la comunidad y el respeto por el medio ambiente.

Valores Corporativos

Desarrollar todas las actividades en un marco de honestidad, respeto, responsabilidad y vocación de servicio.

Actividad Principal

La Sociedad tiene por objeto la prestación del servicio de distribución, abastecimiento, comercialización de energía eléctrica, generación aislada y de transmisión exclusiva a usuarios que se conecten a la red de distribución de electricidad en el territorio de la Provincia de Tucumán, en los términos del Contrato de Concesión que regula tal servicio.

Descripción de sus Actividades

De conformidad a los Estatutos Sociales, el objeto de la EMPRESA es la prestación del servicio de distribución, abastecimiento, comercialización de energía eléctrica, generación aislada y de transmisión exclusiva a usuarios que se conecten a la red de distribución de electricidad en el territorio de la Provincia de Tucumán, pudiendo realizar todas aquellas actividades complementarias y subsidiarias con las descriptas.

3.2 Experiencias Internacionales

No existen implementaciones a nivel nacional de Sistemas de Administración de Interrupciones utilizando Sistemas de Información Geográfica en ninguna de las empresas que se dedican al negocio de distribución de energía eléctrica en Argentina. La mayoría de las implementaciones a nivel internacional se han desarrollado en Estados Unidos de Norte América. Esta característica se da debido a que uno de los principales socios de la Empresa ESRI (líder en el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica), la empresa Miner & Miner, anteriormente era una empresa de capital totalmente norteamericano, relativamente mediana. Miner & Miner ha realizado implementaciones en más de 180 compañías, tanto de Norteamérica como de otros países.

Miner & Miner ha ofrecido servicios de ingeniería a la industria de los servicios públicos desde 1946 y ha sido un desarrollador e implementador de soluciones AM/FM/GIS basadas en ArcInfo desde 1987. Con 63 años de experiencia, trae una incomparable y amplia experiencia a la industria de los servicios públicos. Ha manejado proyectos que van desde pequeñas instalaciones a complejas implementaciones de soluciones de software AM/FM/GIS.

Esta experiencia y alianza estratégica con ESRI hizo que la empresa española Telvent adquiriera una participación mayoritaria del capital de la compañía norteamericana Miner & Miner Consulting Engineers Incorporated (M&M). Esta adquisición forma parte de la estrategia de Telvent de ofrecer información integrada y en tiempo real, para mejorar la eficiencia, la seguridad y

la rentabilidad de sus clientes en los sectores de Energía, Tráfico, Transporte y Medio Ambiente, en todo el mundo.

Telvent, es especialista en productos, servicios y soluciones integradas de alto valor añadido en los campos anteriormente mencionados, así como Global Services. Su tecnología innovadora y experiencia demostrada ayudan a gestionar de forma eficiente y segura los procesos operativos y de negocio de las empresas líderes mundiales.

Contemplando esto el 1 de septiembre de 2011, Schneider Electric completa la adquisición de Telvent para dar respuesta a los retos de las smart grids y las infraestructuras críticas. El fuerte posicionamiento de Telvent en infraestructuras y su liderazgo en el desarrollo de software sumado a la gran experiencia de Schneider Electric en la gestión de energía y su presencia global, permitirían a Schneider Electric ofrecer soluciones más completas y eficientes a sus clientes. Esta unión asegura nuevas mejoras y servicios para los mercados a los que sirve.

CAPÍTULO IV

MARCO LEGAL

Regulación en la ley 24065

En el área de la energía eléctrica contamos con un marco regulatorio de jerarquía legislativa. Este marco regulatorio data de enero del año 1992, mes en que fue promulgada la Ley N° 24065.

Este marco regulatorio legal se complementa con la reglamentación de la Ley 24065 aprobada por el Decreto 1398 del año 1992, con el Decreto 186 del año 1995, y con lo que se han dado en llamar “Los Procedimientos”, que es un conjunto de numerosas resoluciones que regulan el funcionamiento del mercado eléctrico.

Vale la pena traer a colación que se distingue la caracterización de lo que son los sistemas eléctricos nacionales versus los sistemas eléctricos provinciales. Es que en el ámbito del sector eléctrico, al igual que el caso del agua, por ejemplo, el servicio público de distribución de energía eléctrica es de naturaleza local (provincial), mientras que corresponde a la jurisdicción federal todo lo que concierne al sistema interconectado nacional (centrales eléctricas, líneas y redes de transmisión y distribución vinculadas a la Red Nacional de Interconexión).

Sobre los distintos actores del mercado eléctrico coexiste por un lado, la jurisdicción nacional representada básicamente por la Secretaría de Energía, el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) y el organismo a cargo del despacho nacional de cargas (CAMMESA) y, por el otro, la jurisdicción provincial representada por las autoridades con competencia en materia energética y los entes reguladores locales.

En cuanto a las distintas actividades presentes en el esquema de funcionamiento del mercado eléctrico, la Ley N° 24065, a través de su artículo 4°, define quienes son considerados actores reconocidos del mercado eléctrico mayorista, estableciendo que aquellos son: a) los generadores o productores, b) los transportistas, c) los distribuidores y d) los grandes usuarios.

A los fines de regular, controlar y administrar la actividad desplegada por los correspondientes actores del mercado eléctrico existen, a nivel nacional, dos organismos principales que son: el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) y la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA).

En lo que respecta al ENRE, se trata de un ente autárquico creado en el ámbito de la Secretaría de Energía, cuyas funciones principales, entre otras, son las de: a) hacer cumplir el marco regulatorio y controlar la prestación de los servicios y el cumplimiento de las obligaciones fijadas en los contratos de concesión de jurisdicción nacional, b) dictar reglamentos a los cuales se deberán ajustar los agentes del mercado, c) establecer las bases para el cálculo de las tarifas y aprobar los cuadros tarifarios, d) autorizar las servidumbres de electroducto, e) organizar y aplicar el régimen de audiencias públicas previsto en la Ley y f) autorizar la construcción y operación de nuevas instalaciones. Además, ejerce una función de tipo jurisdiccional, ya que las controversias que se susciten entre los agentes del mercado eléctrico deben ser sometidas a la previa y obligatoria jurisdicción del ente.

Por su parte y en lo relativo a CAMMESA, se trata del organismo a cargo del despacho nacional de cargas al que se refiere el artículo 35 de la Ley N° 24.065, el que se ha constituido bajo la forma singular de una sociedad anónima

sin fines de lucro, y que tiene como función principal la de administrar el mercado eléctrico mayorista (MEM) (i) optimizando los recursos físicos de dicho mercado, (ii) maximizando la seguridad y calidad en el despacho, (iii) liquidando las transacciones económicas entre los agentes del MEM, (iv) evaluando los requerimientos futuros de energía y potencia del sistema y (v) supervisando el funcionamiento del mercado a término de compra y venta de energía.

La actividad de distribución

El más conocido de los agentes del MEM son los distribuidores. A su respecto, podemos decir que son aquellos agentes que representan la “cara” del mercado eléctrico frente a la comunidad. En efecto, para el común de la gente hablar del servicio eléctrico equivale a representarse de inmediato a la compañía distribuidora que nos presta el servicio. Sin embargo, lo cierto es que para que nos llegue un electrón a nuestra casa primero debe existir un generador que produzca la energía necesaria (ya sea de fuente térmica, hidráulica o nuclear), que dicho generador coloque esa energía en el sistema a través de un transportista que la transforme y lleve a través de las líneas de alta tensión que opera y mantiene y, finalmente que ese transportista entregue esa energía en los puntos de conexión del distribuidor, quien la transformará y conducirá por sus líneas de media y baja tensión, llevándola a las condiciones de calidad de tensión requeridas en los distintos contratos de concesión, hasta ponerla en la entrada del medidor domiciliario.

De acuerdo al marco regulatorio eléctrico y al artículo 9 de la Ley N° 24.065, se entiende por distribuidor a quien dentro de su área de concesión es responsable de abastecer a los usuarios finales, que no tengan la facultad de contratar su suministro en forma independiente.

En lo que respecta a la implementación de un sistema de administración de interrupciones buscando la optimización de la operación y mantenimiento como así también la mejora de la calidad del servicio los artículos 26 y 27 de la ley N° 24065 mencionan la necesidad de incorporar nuevas tecnologías para cumplir con estas.

En lo que respeta a la optimización de la operación y mantenimiento de las redes de distribución de energía eléctrica como así también de la calidad de servicio la ley N° 24.065 los menciona en los artículos N° 26 y 27:

- **Artículo 26.-** Los transportistas y los distribuidores deberán fijar especificaciones mínimas de calidad para la electricidad que se coloque en sus sistemas. Dichas especificaciones serán publicadas en los respectivos cuadros tarifarios.

- **Artículo 27.-** Los transportistas y los distribuidores efectuarán el mantenimiento de sus instalaciones en forma de asegurar un servicio adecuado a los usuarios.

LEY N°6608

Ésta a través del Artículo 1 enuncia que es la Ley que regula la prestación del servicio público de distribución y de generación aislada de energía eléctrica en todo el territorio de la Provincia de Tucumán y en el Artículo 2 que la prestación del servicio público de distribución consiste en el abastecimiento y comercialización de energía eléctrica a los usuarios finales, cualesquiera sea su volumen, a través de las instalaciones de transformación, subtransmisión de jurisdicción provincial y distribución, que sean técnicamente necesarias para tal fin.

En lo que respecta a este trabajo nos centraremos en lo relacionado a la operación y mantenimiento de las redes de distribución eléctrica como así también a la Calidad del Servicio prestado de acuerdo a los capítulos y artículos siguientes de la ley 6608:

Capítulo V - De las obligaciones del distribuidor

- **Artículo 18.-** La Concesionaria será responsable de la planificación y ejecución de obras nuevas, la extensión y ampliación de las existentes y la operación de instalaciones nuevas, a efectos del cumplimiento de las pautas exigidas para la calidad del servicio. El Ente Provincial Regulador de Energía de Tucumán, podrá oponerse fundadamente a algunas de las actividades mencionadas, requiriéndose la intervención previa de la misma cuando las obras fueren de gran magnitud o afecten derechos de terceros.

- **Artículo 33.-** La DISTRIBUIDORA deberá fijar especificaciones mínimas de calidad para la electricidad que se coloque en su sistema, de manera

de cumplir con las especificaciones de calidad de servicio a sus usuarios. Dichas especificaciones deberán ser adecuadamente publicadas.

- **Artículo 34.-** La DISTRIBUIDORA efectuará el mantenimiento de sus instalaciones asegurando un servicio adecuado a los usuarios, de acuerdo con lo que establezca la reglamentación y el CONTRATO DE CONCESION.

Capítulo VIII - Derechos de los Usuarios

- **Artículo 48.-** Los usuarios que se encuentren en las zonas servidas del área de concesión, tienen derecho a:

a) Exigir la prestación del servicio conforme a los niveles de calidad establecidos en la presente Ley y en su reglamentación, y reclamar ante la DISTRIBUIDORA si así no ocurriera.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Provincia de Tucumán, EDET SA presta el servicio público de distribución y comercialización de la energía eléctrica. La empresa brinda el servicio eléctrico a más de 410,000 familia que están conectadas a la red eléctrica además de numerosos comercios, industrias y hospitales.



Posicionada en los más altos estándares de calidad, conjugando innovación tecnológica y servicio a la comunidad, EDET SA, transformó sus iniciativas de mejora y optimización de procesos a través de una Red de

Información Inteligente "SinerGIS" basada en tres pilares tecnológicos importantes:

- Tecnología World Class.
- Plataforma ArcGIS de Esri.
- Suite de productos ArcFM de Schneider Electric.

SinerGIS nace de la necesidad de aprovechar al máximo la información de infraestructura eléctrica y las nuevas tecnologías.

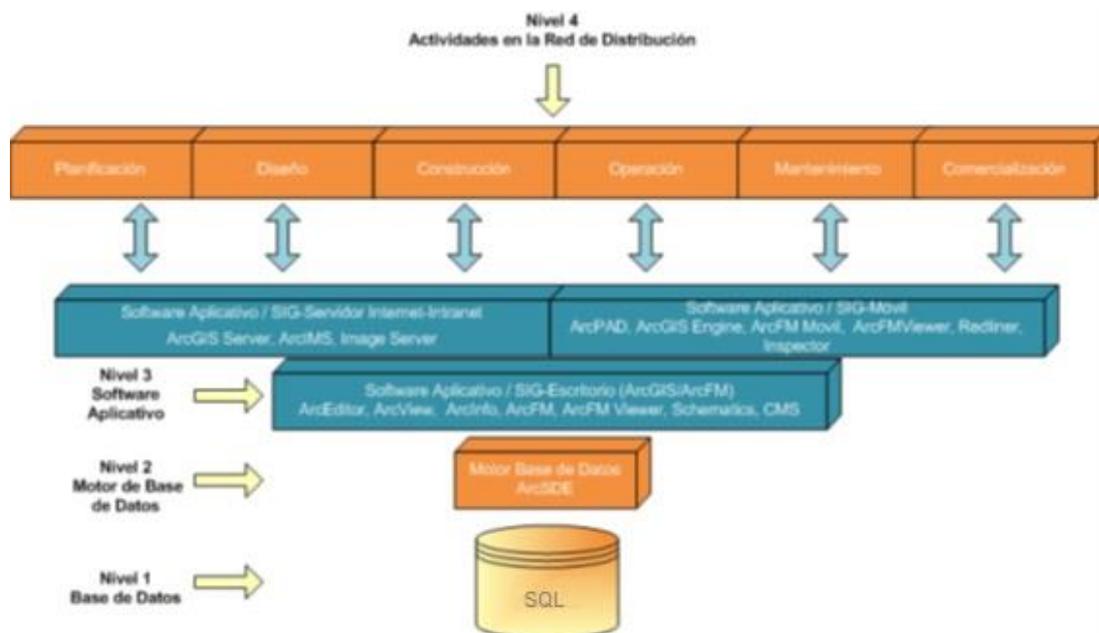
SinerGIS aporta una nueva visión en la distribución eléctrica basada en el uso de la información geográfica y su integración con los procesos estratégicos de la organización, aportando precisión, eficacia, operatividad y rapidez en situaciones de crisis, previsibilidad en las inversiones, control de gastos y reducción de costos.

Existen muchas empresas de electricidad y energía que utilizan ArcGIS en sus actividades diarias, actualmente los GIS se están asociando a las políticas de estrategias de negocio y a los workflows.

Sistema de Información Geográfica –Eléctrica (SIG-AM/FM)

El objetivo general del proyecto se establece como: “Desarrollar, implementar y mantener un Sistema de Información Geográfica, Mapeo Automatizado y Facilidades de Administración (SIG-AM/FM), como el medio integrador de las actividades de planificación, construcción, operación, mantenimiento y comercialización de la EMPRESA que facilite administrar la red de distribución eléctrica, su relación con los clientes, así como brindar información sobre la cartografía a las diferentes áreas de la empresa que así lo requieran”

La Arquitectura y Software del Sistema se muestra en la Figura Arquitectura y Software, donde se representan cuatro niveles. En el nivel 1 se establece una base de datos Geográfica en SQL Server 2008 R2, en el nivel 2 se utiliza un motor de base de datos llamado ArcSDE, mientras que en el nivel 3 se nombran cada uno de los software aplicativos que permiten el mapeo y administración de los datos de la red de distribución Eléctrica. Por último en el nivel 4, se representan las actividades que hacen posible la inserción, actualización y eliminación de la información.



La descripción general del motor de base de datos y algunos de los software utilizados por los usuarios se presenta a continuación:

1. ArcSDE: Es la puerta de entrada para el almacenamiento y la administración de una base de datos geográfica multiusuario que esté almacenada en un sistema de administración de bases de datos (DBMS).

2. ArcGIS: Es un sistema que tiene la capacidad de expansión para la creación, administración, integración y análisis de datos geográficos para toda una organización, desde el usuario individual hasta la empresa global.

Los tipos de licencia que utiliza según la complejidad de las herramientas pueden ser ArcView, ArcEditor y ArcInfo.

a) ArcView: Es el punto de entrada a ArcGIS y provee la funcionalidad del SIG funciones avanzadas de visualización, análisis y consulta de datos, así como la capacidad de crear y editar datos geográficos y alfanuméricos.

b) ArcEditor: Incluye toda la funcionalidad de ArcView y añade el poder para editar atributos o características en bases de datos multiusuarios así como la posibilidad de implementar topología basada en reglas.

c) ArcInfo: Incluye toda la funcionalidad de ArcView y ArcEditor funciones avanzadas de geoprocésamiento, conversión de datos a otros formatos y

sistemas de proyección, así como toda la funcionalidad aportada por el entorno de comandos de ArcInfo Workstation.

5. ArcGIS Server: Es una plataforma completa preparada para el despliegue, publicación y consumo de aplicaciones y servicios basados en Sistemas de Información Geográfica. Constituye la plataforma adecuada para compartir recursos SIG (mapas en 2D y 3D, herramientas de análisis, etc.) entre usuarios locales o a través de Internet-Intranet.

6. ArcFM: Es una poderosa extensión al ArcGIS que provee una solución completa, hecha a la medida de los usuarios finales de las empresas de servicios públicos, en este caso del sector de energía. El ArcFM se aprovecha de los nuevos estándares de los modelos de datos geográficos, de herramientas y de aplicaciones, apalancando todo el poder de la arquitectura orientada a objetos de ArcGIS.

7. ArcFM Viewer: Proporciona un alto rendimiento, consulta robusta y despliegue de información sin necesidad de contar con un paquete completo de edición de ArcFM. El usuario puede ver, rastrear, y consultar datos desde el campo o en el escritorio para ayudar a optimizar el proceso de toma de decisiones y obtener el máximo provecho de la información.

El Proyecto fue realizado mediante un programa de Implementación y Desarrollo, el cual está estructurado mediante etapas y cada una de estas en fases. Todas las Etapas (I, II y III) han sido implementadas al 100%. La descripción de cada una de estas Etapas y Fases se muestra a continuación:

1. Etapa I: Implementación de un SIG-AM/FM

- Fase 1: Diseño y Adaptación del Modelo de Datos Eléctrico y de Mapa Base.
- Fase 2: Implementación de un SIG (Sistema de Información Geográfica).
- Fase 3: Implementación de un portal Web para representación de los datos del SIG.

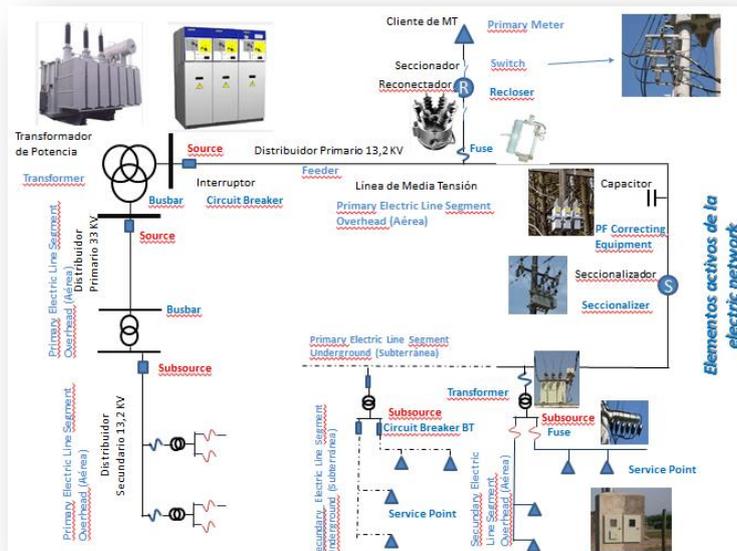


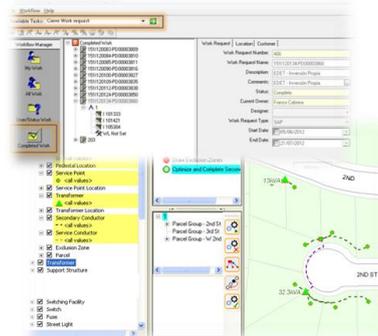
Fig. Modelo de datos Eléctricos

2. Etapa II: Implementación de DESIGNER

- Fase 1: Interfases del SIG con SAP



- Geodatabase Versionada
- Diseño de Proyectos
- Costos
- Integración a SAP mediante WorkFlow Manager
- Análisis de la Red
- Cálculo Estructural/Análisis de circuitos Secundarios
- Búsquedas
- Herramientas QA/QC
- Producción de Planos



3. Etapa III: Implementación de OMS RESPONDER

- Fase 1: Desarrollo de BD Rx Nexus

- Fase 2: Interfases GESCO, CENIT, SCADA
- Fase 3: Desarrollo de herramientas para Calidad de Servicio

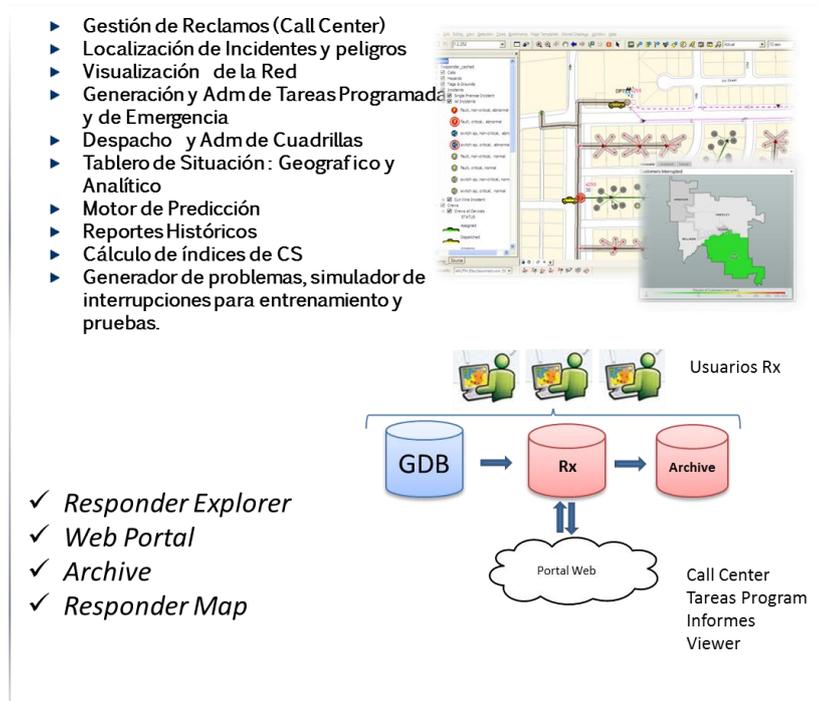


Fig. Funcionalidades OMS Responder Explorer

Paralelo al programa de desarrollo e implementación, el personal del Proyecto ha estado en continua capacitación e investigación de la nueva tecnología y sistemas que le rodean, con el fin de brindar un producto de arquitectura abierta y de acuerdo con los requerimientos establecidos por la empresa. Sin embargo, uno de los procesos más fuertes a la hora de la implementación es la capacitación de los usuarios, la puesta en marcha de los procedimientos desarrollados y establecidos por la dirección del proyecto, y el control de estos procesos y la información que ingresa a la base de datos geográfica cada día.

Para la puesta en producción de la etapa III se conformó un equipo multidisciplinario de personas con habilidades, competencias, conocimientos de las tareas y referentes de los procesos afectados en las áreas relacionadas (Call Center, Centro de Despacho, Operaciones) para organizar y llevar adelante la puesta a producción del OMS Responder. Este equipo tuvo la misión de desarrollar los procedimientos y armar las capacitaciones enfrentando la necesidad de romper paradigmas sobre los sistemas a los usuarios y recordando que las capacitaciones son la actividad que se realizan dentro de la organización, tendiendo a provocar un cambio positivo en las actividades, los conocimientos, las

habilidades del personal, además de que las capacitaciones son efectivas si existe una real transferencia del aprendizaje al puesto de trabajo.

Para el diseño de las capacitaciones se trabajó con una serie de pautas fijadas por el equipo de trabajo, las cuales se consideraron como necesarias para poder lograr la eficiencia y eficacia del proceso de implementación de la nueva herramienta; estas son:

1- Fijar los objetivos. Estos se pusieron en base a preguntas tipos que ayudaron a fijar los objetivos correctamente. ¿Es para capacitar a los empleados en una nueva habilidad, tecnología o para refrescarles cosas que ya saben pero que no hacen muy bien? ¿Qué esperas lograr después de dar el entrenamiento? ¿Cómo vas a comprobar si el entrenamiento ha logrado sus objetivos?

2- ¿A quién se va a entrenar? ¿Se capacitará a nuevos empleados, lo cual significa que estarán aprendiendo un conjunto de habilidades totalmente nuevas? ¿o viejos empleados a quienes les están siendo refrescados ciertos conocimientos o mejorando un cierto conjunto de habilidades?

3- Una vez decidido quien necesita ser capacitado y porque, se consiguió el material de capacitación apropiado para cumplir con los objetivos del entrenamiento. Por ejemplo, se confeccionaron procedimientos y videos de las diferentes herramientas del sistema como apoyo al programa de capacitación.

4- Es importante escoger el programa de capacitación correcto ya que el éxito de la capacitación depende de eso. Se desarrolló el programa de entrenamiento de acuerdo a las necesidades requeridas y de acuerdo a la función de los usuarios.

5- Definir el horario.

Para esto se tuvo en cuenta que:

- Esta es la siguiente parte más importante de un plan de capacitación ya que cuesta tanto tiempo como dinero capacitar personas. Se tuvo que coordinar la disponibilidad del personal sin afectar el normal desenvolvimiento de las tareas cotidianas.

- Es mejor en el largo plazo asegurarse que todos los empleados están apropiadamente capacitados, en lugar de rebajar la calidad y el tiempo empleado en su capacitación para poder cumplir el objetivo de un día o de una semana.

- Si se quiere capacitar a los empleados pero no se puede apartarles de su trabajo rutinario, puede que se necesite programar la capacitación en horarios extra laborales. Por supuesto, esto podría no sentarles muy bien a los empleados.

6- Evaluar los resultados del programa. Esto debe hacerse antes, durante y después de ejecutarlo.



 <ul style="list-style-type: none"> * Módulo Central para Alta, Baja y modificaciones de la Red. * Análisis Eléctrico y Geoespacial. <p>Sistemas que reemplaza: SIDAC y Red Eléctrica.</p> <p>Se complementa con : Cymdist, SAP PM, SAP PS.</p>	<p>Clase 1</p> <ul style="list-style-type: none"> * Presentación módulos del Sistema Responder * Introducción a la aplicación SinerGIS Web * Introducción al ArcFM <p>Clase 2</p> <ul style="list-style-type: none"> * Introducción a Responder Explorer * Análisis de casos – Falta de suministro * Edición y Gestión de Incidentes <p>Clase 3</p> <ul style="list-style-type: none"> * Análisis de casos – Fallas eléctricas y no eléctricas * Edición y Gestión de Incidentes <p>Clase 4</p> <ul style="list-style-type: none"> * Generación de Switching Operation y Switch Order * Análisis de casos * Edición y Gestión de Incidentes <p>Clase 5</p> <ul style="list-style-type: none"> * Análisis de casos * Edición y Gestión de Incidentes
 <ul style="list-style-type: none"> * Módulo para la gestión de incidentes de y Calidad de Servicio. * Posee funcionalidades ArcFm más un portal web. <p>Sistemas que reemplaza: Red Eléctrica, MIGAS (solicitudes técnicas), Servicio Técnico.</p>	

Fig. Panfleto para capacitación OMS Responder

La funcionalidad del sistema permite realizar la planificación y seguimiento de todas las intervenciones que pueda haber en la red de distribución eléctrica tanto en Media Tensión como así también en Baja Tensión.

Esto sugiere contar con la siguiente estructura operativa:

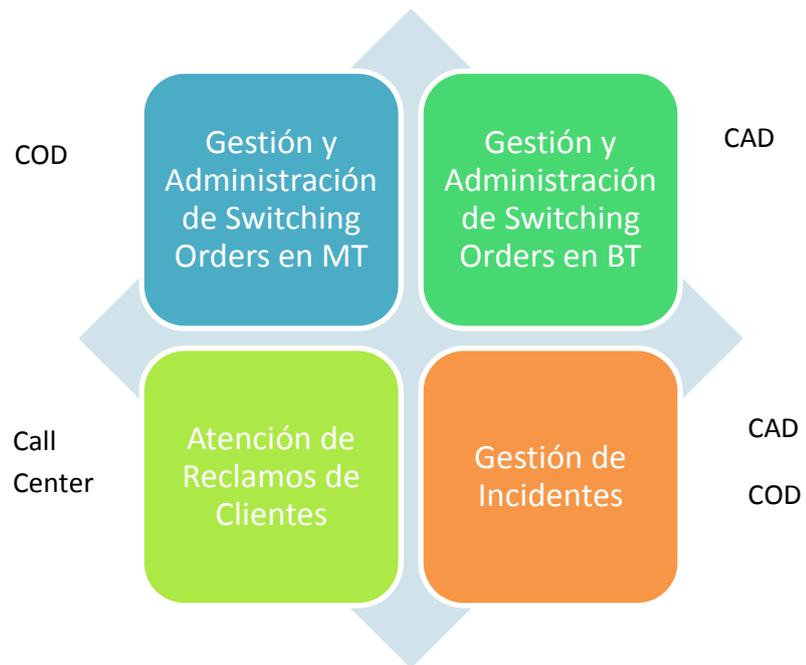


Fig. Estructura Operativa

En base a esta estructura y de acuerdo al análisis realizado por el equipo de trabajo se determinó que para el proceso de formación se requería conformar dos grupos de acuerdo a la función y necesidades de uso del sistema por parte de los usuarios, siendo que para el grupo conformado por el personal de atención a clientes la capacitación se realizó sobre la herramienta Responder Web Portal, la cual permite administrar los reclamos de los clientes, mientras que para el grupo conformado por el personal de los sectores técnicos y comercial se realizó sobre las herramientas de ArcMap y el OMS Responder Explorer, las cuales permiten administrar la operación y mantenimiento de las redes eléctricas.

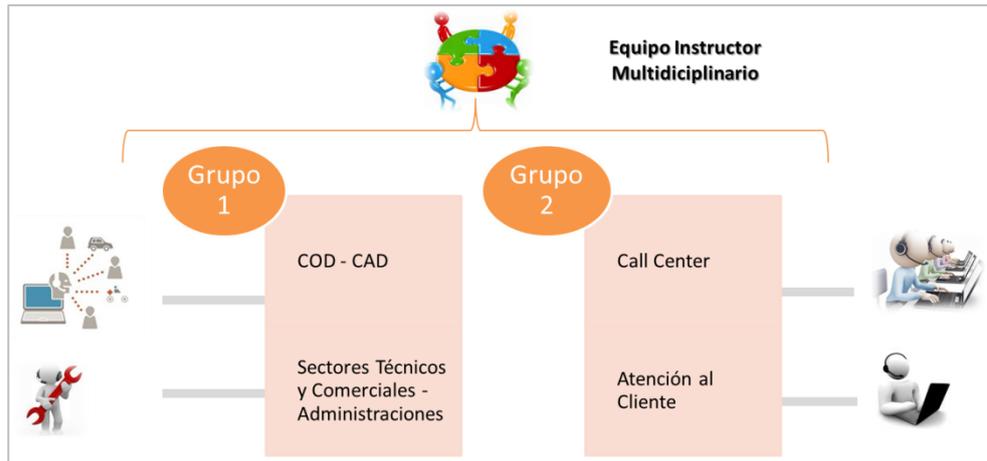


Fig. Esquema de capacitación

En la siguiente tabla se muestra la cantidad por grupo y total de usuarios capacitados:

Grupo 1	190
Grupo 2	140
Total	330

Dada la cantidad de personas que se debía capacitar y al impacto de las capacitaciones por los temas desarrollados se determinó la necesidad de realizar encuestas sobre los pilares que fueron la actividad en sí misma, el desempeño de facilitador y la logística usada para brindar las capacitaciones. Esto permitió al inicio mismo mejorar las cuestiones relevantes surgidas de las encuestas.

Encuesta sobre la actividad de capacitación 				
Nombre de la actividad:				Fecha:
Lugar:				
Instructor:				
Nos agradecería complete la siguiente información confidencial marcando con una X en el casillero correspondiente.				
1- Como se desarrolló la actividad	Muy Bueno	Bueno	Regular	Insatisfactorio
El planteo de los objetivos fue.....				
Los contenidos trabajados fueron				
La utilidad de los contenidos aprendidos para tu trabajo diario la consideras.....				
La duración del curso fue.....				
En general el desarrollo de la actividad te pareció				
2- Desempeño del facilitador/ instructor	Muy Bueno	Bueno	Regular	Insatisfactorio
La dinámica de la actividad fue				
La exposición de los contenidos fue.....				
El dominio de los temas por parte del facilitador fue.....				
El material utilizado y/o entregado fue				
Tus dudas fueron evacuadas con un nivel de				
En general el facilitador/ instructor te pareció.....				
3- Logística	Muy Bueno	Bueno	Regular	Insatisfactorio
Como evalúas las instalaciones donde se desarrolló la actividad ?.....				
El manejo de los tiempos y cumplimiento de horarios fue....				
El equipamiento utilizado en la actividad te pareció.....				
En general la logística te pareció				
Si tuvieras que emitir una opinión global del módulo dirías que fue.....				
Observaciones _____				
Muchas Gracias				

Fig. Encuesta realizada sobre la capacitación

El GIS soporta muchas actividades de la organización

- Soporta la misión estratégica de la compañía
- Ver toda la información de procesos en mapas temáticos

- Es la mejor tecnología para entender el entorno y tomar decisiones para el futuro

Es por eso que un buen personal de GIS es una herramienta de gran valor en una organización. El dinero puede comprar más hardware y software, pero no puede crear la motivación y el entusiasmo que son esenciales para un personal de un GIS exitoso.

Para construir, administrar y mantener un GIS se requiere de gente especializada que le dé escalabilidad y enfoque a la información para que de esta manera la organización encuentre en ellos la forma de canalizar todas sus necesidades que impliquen el uso de información geográfica

Basados en esta filosofía se consolidó un nuevo sector para *trabajar*, supervisar el desarrollo y evolución de la Base de Datos coordinando con el personal de la empresa la administración del GIS, además de alinear el GIS de manera coherente con la misión estratégica de la organización.

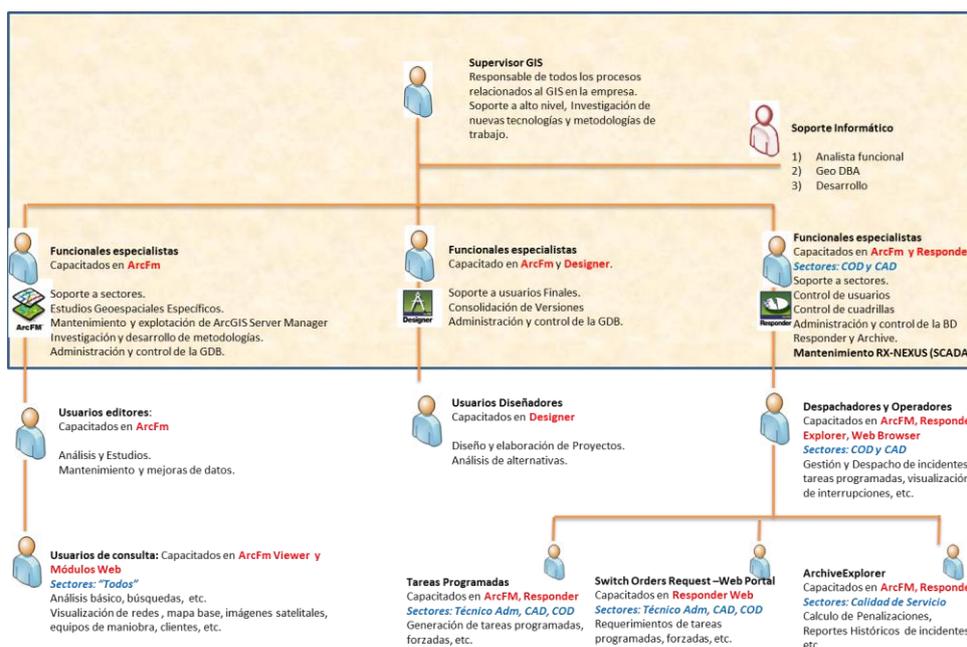


Fig. Estructura nuevo sector SIG

Los beneficios actuales que está obteniendo la empresa con la implementación realizada se pueden establecer mediante el análisis de cada una de las actividades primordiales alrededor de un Sistema de Distribución Eléctrica:

1. Planificación:

a) Mantener información geográfica del área de servicio, establecer zonas de interés, protegidas, críticas, etc.

b) Densidades de carga geográficas, lo cual permite optimizar la localización y el dimensionamiento de las subestaciones.

c) Permitir realizar extracciones de datos para integrarse con sistemas de análisis eléctricos, con el cual se pueden realizar estudios de flujo de carga con el propósito de disminuir pérdidas y mejorar la calidad de los niveles de tensión y calcular las corrientes de cortocircuito en un determinado punto de la red.

d) Mejorar los esquemas y configuración de los circuitos, para lograr una mayor eficiencia en el proceso de distribución de la energía.

2. Diseño y Construcción:

Tener un sistema de Diseño y Presupuesto para el mejoramiento y expansión de la red de distribución eléctrica, con lo cual se puede documentar las solicitudes de trabajo de clientes externos e internos y calcular sus respectivos costos o presupuestos.

3. Mantenimiento:

a) Inventario de los componentes de la red y de su estado (líneas de distribución, equipos de protección y desconexión, transformadores, estructuras de soporte áreas y estructuras subterráneas).

b) Programación del mantenimiento preventivo y correctivo requerido por el sistema de distribución.

c) Administrar el despacho y manejo de las cuadrillas encargadas de las actividades en el sistema de distribución.

4. Operación:

a) Localizar geográficamente los equipos de protección y desconexión con su respectiva información.

b) Localizar la zona donde se producen averías o interrupciones y determinar geográficamente los sectores afectados por estos eventos.

c) Monitorear en tiempo real la carga a la cual están sometidos los transformadores.

d) Coordinar las protecciones, optimizar los esquemas transferencias de cargas, reconfiguración de circuitos y realizar simulaciones sobre posibles escenarios de operación.

5. Control de la Calidad y Servicio al Cliente:

a) El Sistema permite ubicar a cada cliente en su punto de suministro de la red, facilitando su atención para nuevos suministros o ampliaciones de potencia.

b) Facilita la administración del sistema de localizaciones servidas y permite descentralizar estas labores para que se realicen en cada una de las sucursales.

El sistema cuenta con una base de datos geográfica la cual cuenta con información cartográfica y eléctrica de la zona servida por la empresa.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

1. Se alcanzó el objetivo general, debido a que se logró implementar un Sistema Integral de gestión de interrupciones, aprovechando al máximo los datos SIG, basados en un diagnóstico de la situación actual y el establecimiento de necesidades, requerimientos técnicos y beneficios esperados.

2. Se cuenta con una plataforma tecnológica basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG-AM/FM), el cual cuenta con una base de datos poblada y actualizada de información, topología y conectividad sobre los elementos de la red de distribución eléctrica. El Sistema cuenta con interfases

desarrolladas y operando con los sistemas de Comercial (GESCO), Finanzas (SAP) y Operación (SCADA).

3. Se demostró mediante el análisis de resultados técnicos que la tecnología apropiada como Sistema de Administración de Interrupciones es la basada en los Sistemas de Información Geográfica, utilizando como complemento los modelos de AM/FM (Mapeo Automatizado y Administración de Equipos). Los sistemas OMS y SCADA implementados y adecuados cuentan con arquitecturas abiertas y con todos los requerimientos técnicos necesarios para realizar las interfases futuras con el Sistema de Administración de Interrupciones.

4. Las interfases desarrolladas entre el sistema actual de administración de interrupciones y los sistemas que se encargan de realizar los análisis de tiempos, causas y estadísticas de las interrupciones, cuentan con datos confiables, veraces, oportunos y accesibles que facilitan el cálculo y evaluación de los índices de calidad en la continuidad del servicio eléctrico.

5. Se demostró mediante el análisis de la situación actual y las relaciones entre algunos de los sistemas que se encuentran en operación en la empresa, que existe el concepto de integración, lo que permite que puedan realizarse actividades de forma coordinada entre diferentes sectores de la organización.

6. Los cálculos de los Índices de Calidad del Servicio Eléctrico son exactos, se realizan para el nivel de media tensión de las estaciones transformadoras, alimentadores primarios y secundarios de distribución. Un gran beneficio para poder realizar esto es contar con la información de la vinculación cliente-red eléctrica.

7. Los costos de la inversión realizada comprendieron todos los costos necesarios para la realización del proyecto. Se distribuyen en la adquisición de software, hardware y servicios profesionales de capacitación e implementación.

Estos costos están basados en los requerimientos que necesitó el proceso para brindar un servicio de calidad.

8. EL Sistema de Administración de Interrupciones se implementó en las Administraciones, Sucursales, Centro de Operaciones de Control, Centro de Atención y Despacho, Call Center de la Empresa. Tiene una estrecha relación con los Sistemas que se encuentran en operación como SCADA, IVR, AVL. Estos se complementan entre sí para facilitar la gestión de interrupciones y aprovechar al máximo las facilidades y herramientas de cada uno.

9. El Sistema para la Administración de Interrupciones brinda grandes beneficios a la empresa con el fin de buscar una mejor calidad en el proceso de

atención al cliente, disminución de costos indirectos y aumento en las utilidades. Entre los beneficios más importantes podemos citar la simulación por medio de sistemas de información geográfica, mayor comunicación con los clientes, reducción de tiempos en la atención de fallas, cálculo de los índices de Calidad del servicio eléctrico y gestión de cuadrillas.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Pensando en SIG - Tomlinson

Manuales y Documentos:

Instructivos y procedimientos:

GEOTecnologías. Introducción a ArcGIS para ArcView, ArcEditor y ArcInfo (I) Lecturas.

GEOTecnologías. Introducción a ArcGIS (II) Lecturas.

Documentos Esri

Documentos Lincoln Intitute of Land Policy

Documentos UNLP - Maestría en Geomática

Pensando en SIG - Tomlinson

Normas:

Norma Técnica: Normas de Calidad de Servicio Público – Anexo 4. Tucumán, Argentina, 1997.

IEEE. Norma Técnica Estándar: IEEE Std 1366-2003 (Revisión del IEEE Std 1366-1998). EE.UU. 2003.

Ley N° 24065: Marco Regulatorio Argentino.

Ley N° 6608: regulación del servicio público de distribución y de generación aislada de energía eléctrica de la Provincia de Tucumán.

Páginas consultadas:

Extraído el 27 de noviembre de 2014

Cooper Power Systems (<http://www.cooperpower.com>)

Extraído el 27 de noviembre de 2014

S & C Electric Company (<http://www.sandc.com>)

Extraído el 27 de noviembre de 2014

EDET S.A., (<http://www.edetsa.com>)

Extraído el 13 de febrero de 2015

Telvent Miner and Miner, (<http://www.miner.com>)

Extraído el 13 de febrero del 2015

Schneider Electric, (<http://www.schneiderelectric.es>)

Extraído el 21 de Mayo del 2015

AEROTERRA USA, (<https://www.youtube.com/watch?v=zu7tgjSDySE>)

Información digital:

CD ABB (www.abb.com)

CD S & C Electric Company (<http://www.sandc.com>)