

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PILOTO PARA GERENCIA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES

SANDRA MIGUELINA CORTEZ CAISACHANA, sandra.cortez@cnt.gob.ec

ALEX GUILLERMO ALDANA MANTILLA, alex.aldana@cnt.gob.ec

EDDIE GALARZA ZAMBRANO, eegalarza@espe.edu.ec

Resumen— En el artículo se presenta una descripción de la Implementación de un sistema piloto para la Gerencia, Operación y Mantenimiento de la red de Telecomunicaciones del área Planta Interna de la Empresa CNT en la provincia de Cotopaxi, el objetivo es diseñar y elaborar un software que administre los trabajos de mantenimiento preventivo para garantizar el nivel de confiabilidad y disponibilidad de los servicios. El tipo de metodología de investigación es de campo, que se basa en la recolección de información de la red de telecomunicaciones de la provincia.

El uso efectivo de sistemas computarizados para la administración del mantenimiento apoyados en la elaboración de cronogramas acorde a la realidad operativa es fundamental para lograr el fortalecimiento de la Empresa; Es necesario desarrollar y definir las prácticas de mantenimiento preventivo, planificar, ejecutar y evaluar el cumplimiento de los trabajos, empleando parámetros que rigen las actividades diarias que están enmarcados en la prevención, considerando los diferentes factores que influyen en el entorno como son: recursos humanos, recursos técnicos, ubicaciones geográficas, etc.

I. INTRODUCCIÓN

EL Mantenimiento preventivo debe ser considerado parte fundamental de la operación y administración de las redes que componen una Empresa (equipos, infraestructura.), ya sea esta de Telecomunicaciones, Eléctrica, de Producción, etc.

Hace algunos años se pensaba que mantenimiento consistía solamente en reparar equipos cuando estos se averiaban, en la actualidad este concepto es obsoleto ya que es un campo altamente especializado. La finalidad de toda Empresa es gestionar y optimizar al máximo todos sus recursos con el fin de producir los bienes y servicios que permiten dar continuidad y expansión al negocio.

El mantenimiento del equipamiento es una de las partes más importantes en una organización empresarial y afecta a

todos los activos, representando normalmente elevados valores dentro de los costes totales de la Empresa.

Actualmente se requiere llevar programas de reducción de costos en todas sus áreas operativas. El área de Mantenimiento no debe ser la excepción ya que debe mantener los equipos activos y operativos la mayor parte del tiempo, al menor costo posible.

II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER

El incremento en los costes y la complejidad del mantenimiento, así como su efecto final en la calidad del servicio, establece la necesidad de la planificación, administración y seguimiento de los procesos de mantenimiento. El principio de mantenimiento del equipo consta de:

- Supervisión (indicando si existe una falla)
- Reparación (después de ocurrida una falla)
- Mantenimiento preventivo (durante la operación del equipo)

La implantación de un sistema para la gestión y mantenimiento, proporcionará beneficios fácilmente medibles, que justificarán el gran esfuerzo y recursos necesarios para ponerlo en marcha. Entre estos se incluyen:

- Control del trabajo.
- Mejor planificación y programación de actividades.
- Mejores prácticas de mantenimiento Preventivo y Predictivo.
- Posibilidad de monitorizar las tendencias en los equipos para reconocer las causas de fallo.
- Mejor análisis de la información para determinar las causas de fallos.
- Mejor capacidad para medir el desempeño de las actividades de mantenimiento.
- Optimización de recursos humanos y materiales.

La Gestión de mantenimiento asistido por computadora u ordenador, (conocido por las siglas GMAO) también se

nombra en ocasiones como CMMS, acrónimo de Computerized Maintenance Management System. En esencia, es una herramienta de software que ayuda en la gestión de los servicios de mantenimiento. Básicamente es una base de datos que contiene información sobre la empresa, sus operaciones de mantenimiento de forma más segura y eficaz. También se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones.

III. RED DE TELECOMUNICACIONES

El equipamiento de la red de Telecomunicaciones en la provincia de Cotopaxi está disperso geográficamente y diverso en lo referente a la tecnología aplicada, operativamente puede resumirse como:

- **Transmisión.-** Comprende sistemas de tecnología: Siemens, Huawei, Telepoint, JVC, Alcatel, AirMux; Con Estaciones repetidoras (El Chasqui, El Guango, Simahurco, Achayandi, Tzhigua, Mulihua), sistemas de radio (monocanal, enlaces de baja y alta capacidad, PDH, SDH) y F.O. (PDH, SDH), sistemas multiacceso SMD-30
- **Conmutación.-** Centrales telefónicas y concentradores con sus diferentes tecnologías: Siemens, NEC, Ericsson, Lucent, Tadiran, Alcatel, Huawei.
- **Energía.-** Dispone de sistemas de tecnología: Caterpillar, Alcad, Emerson; Grupos electrógenos, Tableros de transferencia automática, bancos de baterías, aire acondicionado, rectificadores.

IV. BASE DE DATOS, SQL, E/R, VB

Base de datos: Una base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos.

SQL Server: El motor de la base de datos SQL Server 2005 ofrece almacenamiento más seguro y confiable tanto para datos relacionales como estructurados, la plataforma Microsoft SQL Server 2005 Express puede ser descargada de forma gratuita en Internet:

<http://www.microsoft.com/downloads/es-es/details.aspx?FamilyID=220549b5-0b07-4448-8848-dcc397514b41&DisplayLang=es>

Microsoft SQL Server Management Studio Express: (SSMSE) es una herramienta gráfica de administración gratuita y fácil de usar para SQL Server 2005, esta herramienta puede ser descargada de forma gratuita en Internet:

<http://www.microsoft.com/downloads/es-es/details.aspx?familyid=c243a5ae-4bd1-4e3d-94b8-5a0f62bf7796&displaylang=es>

Modelo Entidad-Relación: Se trata de “dibujar” el diseño de la base de datos en un lenguaje gráfico estándar.

- **Entidades:** Conjuntos de elementos que “sufren” las acciones. “Sujeto”
- **Relaciones:** unen las entidades entre sí. “Verbos”.
- **Atributos:** características particulares de esa relación o de las entidades que involucra.

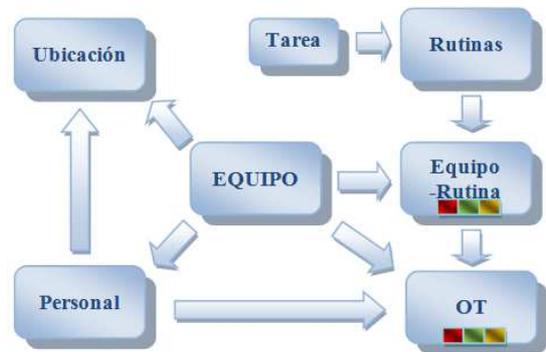


Figura 1.- Cardinalidad de las Relaciones

Visual Basic: Visual Basic es un lenguaje orientado a eventos. Para el desarrollo del software se utilizó el programa Visual Basic 2008 Express con SP1, el mismo puede ser descargado de Internet en forma gratuita desde la dirección:

<http://www.microsoft.com/downloads/es-es/details.aspx?familyid=f3fbb04e-92c2-4701-b4ba-92e26e408569&displaylang=es>

Sectores, ubicaciones: A fin de optimizar el recurso humano y de transporte, se ha sectorizado la provincia para de esta manera proyectar los recorridos y realizar los trabajos de mantenimiento, tomando como punto central la ciudad de Latacunga, se hace referencia a la posición geográfica de los sitios donde se encuentra el equipamiento.

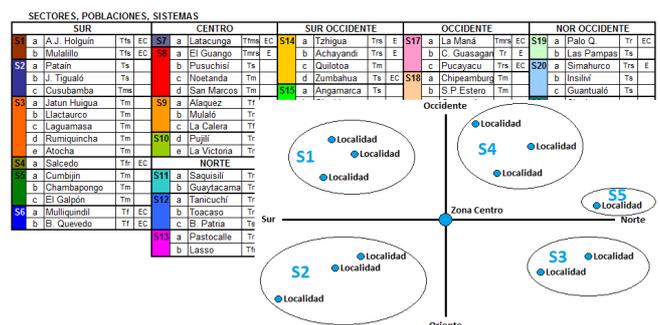


Figura 2.- Sectores, Poblaciones Provincia de Cotopaxi

Cronograma de mantenimiento: Se ha elaborado un cronograma de mantenimiento a ser cumplido en un período de seis meses, asignando fechas de cumplimiento a los trabajos para los equipos de las localidades según el sector en el que se encuentran ubicados.

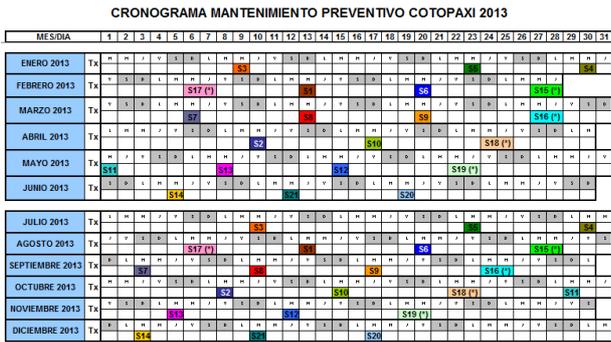


Figura 3.- Cronograma de mantenimiento preventivo

Rutinas, Tareas: Según la tecnología de los equipos, se asigna un listado de rutinas que abarcan en forma general las actividades de mantenimiento de los sistemas, en el que se indica la frecuencia (repetitividad) con la que se deben realizar de manera periódica los trabajos y las tareas que deben cumplirse:

V. ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

Módulo de seguridad: Para acceder al programa MaPI (Mantenimiento Planta Interna), se definirán dos niveles de acceso, como Administrador y como Usuario de Mantenimiento.



Figura 4.- Acceso al programa MaPI.

Módulo de Trabajo: La Figura 5 muestra la pantalla principal, desde donde en forma visual, se puede elegir la provincia o localidad sobre la que va a trabajar, además se identificará a través de los semáforos los eventos Rutinas Equipos y órdenes de trabajo según las fechas de ejecución.

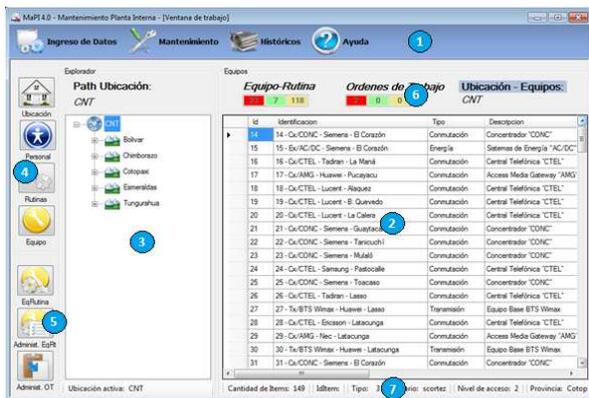


Figura 5.- Ventana principal de Trabajo.

La ventana principal de trabajo está dividida en siete secciones:

1. Barra de Menú, se encuentran los accesos a los diferentes módulos del sistema.
2. Información de equipos, se despliega en forma detallada los datos de equipos.
3. Explorador de localidades, indica las diferentes localidades ingresadas al sistema.
4. Semáforos, acceso directo a los módulos de rutinas y OT.
5. Área de ingreso de datos, desde donde se alimentan datos al sistema.
6. Acceso a módulos de mantenimiento, para trabajar con los datos alimentados al sistema.
7. Acceso a módulos históricos y de gestión.
8. Ayuda del sistema, conexión BDD, reporte de errores.
9. Barra de estado de información general.

Barra de menú: A través de esta, se puede acceder a los diferentes módulos del sistema:

- Ingreso de datos (nuevo, editar, eliminar registros de la BDD, Salir del sistema)
- Mantenimiento (Equipos-Rutina, OT)
- Históricos (registros eliminados, OT, equipos, Equipos-Rutinas)
- Ayuda (conexión BDD, Acerca de, Ayuda MaPI, Reporte errores)



Figura 6.- Elementos barra de menú.

Información de equipos: Al iniciar el programa o al hacer clic sobre **Ubicación - Equipos**, se despliega la información detallada de los equipos según la provincia o localidad seleccionada en el explorador de localidades (se puede desplegar todos los equipos definidos en el sistema al hacer clic en ícono de CNT). Al hacer doble clic sobre un equipo se desplegará una pantalla con el histórico de gestiones (OT, Equipo-Rutina)

Se despliega la información de las relaciones Equipo-Rutina al hacer clic en la sección 5 (Acceso a módulos) y al hacer doble clic sobre el área de equipos se accederá al Administrador de Equipos-Rutinas

Despliega la información de las Órdenes de trabajos al hacer clic en la sección 5 (**Acceso a módulos**) y al hacer doble clic sobre el área de equipos se accederá al Administrador de Órdenes de Trabajo.

Explorador de localidades: En esta sección se despliega la información de las localidades que se encuentran declaradas

en la BDD, la estructura es tipo arbol, es decir las localidades se encuentran dentro de la provincia que corresponde y las provincias dentro de la raíz CNT, al hacer clic sobre una de las localidades o sobre la provincia se desplegará en la sección 2 (Información de equipos) la información de los equipos declarados en la ubicación seleccionada.

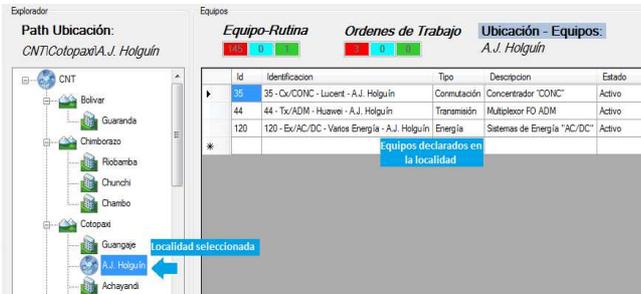


Figura 7.- Explorador de Localidades

Semáforos: Los Semáforos están diseñados para desplegar la información resumida de los eventos que deben ser atendidos, ROJO: Retrasados, VERDE: Por cumplirse la presente semana, AMARILLO: Eventos próximos por cumplirse luego de una semana.



Figura 8.- Semáforos

Ingreso de datos: Para trabajar con el programa, se debe alimentar la BDD, es necesario ingresar información de Ubicación, Personal, Equipo, Rutinas (Tareas) haciendo clic en los íconos al lado derecho de la ventana principal.

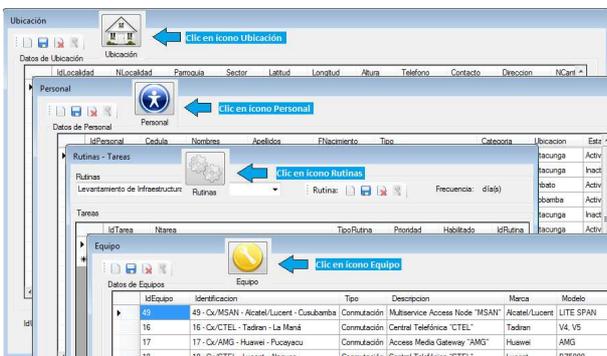


Figura 9.- Ventanas ingreso de datos

Módulo Rutinas-Tareas: Este módulo es muy importante para los demás procesos del mantenimiento preventivo, el cual se divide en cinco secciones:

- Rutinas; para seleccionar una Rutina previamente creada y desplegar las tareas
- Nuevo, Editar, eliminar Rutinas, indicador de frecuencia.

- Despliega la información de las tareas asignadas a la Rutina seleccionada (al hacer doble clic sobre un registro, este puede ser editado).
- Nuevo, editar, eliminar Tareas a la Rutina seleccionada
- Importar Tareas desde otra Rutina (aparece una nueva ventana desde la cual se puede importar tareas ya creadas a la Rutina actual)

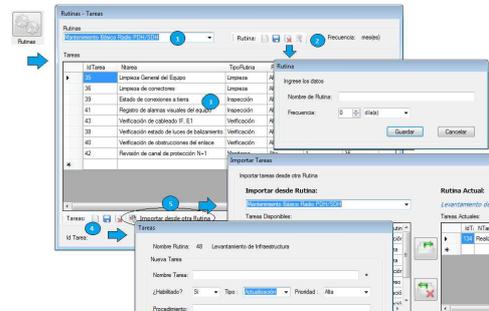


Figura 10.- Crear Rutinas - Tareas

Módulos de mantenimiento: El sistema requiere que sea ingresado al menos un registro en las tablas: Ubicación, Personal, Rutinas y Equipos, para poder acceder a los módulos de mantenimiento. En estos módulos se trabaja con la BDD, se asocia equipos a las rutinas creadas, se administra los trabajos de mantenimiento preventivo programado, se administra las órdenes de trabajo. En la ventana principal se observan los íconos de acceso directo a las ventanas de mantenimiento.

La Gestión de Mantenimiento está compuesta de los siguientes módulos:

- Asociar Equipos – Rutinas
- Administrar Equipos-Rutina
- Órdenes de Trabajo
- Ordenes de trabajos de rutinas
- Órdenes de trabajo directas
- Administrar OT, Impresión

Módulo órdenes de trabajo: Se definen dos tipos: orden de trabajo programada y orden de trabajo directa

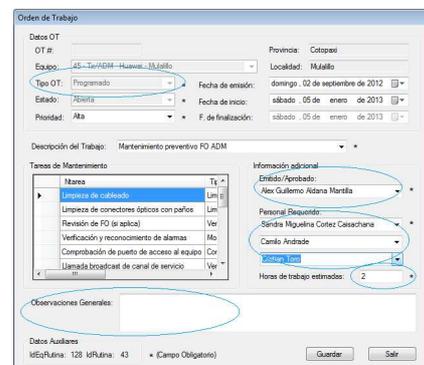


Figura 13.- Orden de trabajo Programada

La OT directa es llamada desde la ventana Administrar Órdenes de Trabajo → Nueva OT o desde el menú Mantenimiento → Órdenes de trabajo → OT Directa. El producto final del Software está dado en la Administración del módulo OT (orden de trabajo) para la gestión del sistema, el formato impreso será entregado a los responsables para su ejecución; Se cumple con el objetivo principal que es la Gerencia, Operación y Mantenimiento de la red de Telecomunicaciones de Cotopaxi:

Figura 15.- Orden de Trabajo

Módulo administrar OT, imprimir: Se accede a este módulo haciendo clic en el menú Mantenimiento → Órdenes de Trabajo → Administrar OT ó desde el módulo Administrar Equipo Rutina → botón “Administrar OT”.

Figura 14.- Módulo Administrar OT

En la ventana Administrar OT, se pueden observar los siguientes campos:

1. Semáforo, despliega información de la cantidad de gestiones según su estado
2. Datos de la tabla Ordenes de trabajo, los registros se colorean según su estado, ROJO: retrasadas, CELESTE: por atender la presente semana, VERDE: por atender luego de 7 días, las gestiones atendidas se encuentran sin color y con un número de orden de trabajo OT asignada.

3. Se puede filtrar la información desplegada de acuerdo a su estado o por su número.
4. Al presionar el botón “Cambiar Estado”, se cambiará a cerrado una orden abierta o viceversa, es la forma rápida de atender una OT. Si se requiere cambiar más datos se debe presionar el botón “Editar OT”.
5. Al presionar el botón “Nueva OT” el sistema hace un llamado al módulo Orden de Trabajo Directa.
6. Se pueden cambiar los datos de una OT al presionar el botón “Editar OT”.
7. Para eliminar una OT, el sistema verifica que no esté atado a ningún proceso en la BDD.
8. Hace un llamado al módulo Impresión OT

Módulos Históricos y de Gestión: Para realizar una evaluación de la carga de trabajo individual, se requiere cuantificar el número de gestiones por trabajador, es decir las órdenes de trabajo (generadas, cumplidas, directas, preventivas). De la misma manera se puede realizar el análisis en cada uno de los equipos por ejemplo: cantidad de rutinas asignadas, cantidad de órdenes (generadas, cumplidas, directas, preventivas), con lo que se puede tener una idea clara del comportamiento para la posterior toma de decisiones.

El menú Históricos consta de los siguientes módulos:

- Órdenes de trabajo eliminadas
- Equipos Eliminados
- Asociación Equipos Rutinas eliminados
- Gestión por Personal
- Gestión por Equipo

Figura 13. Módulo Histórico por Gestión de Personal, Módulo Histórico Gestión por Equipo

Menú Ayuda: El menú Ayuda comprende el acceso a componentes generales: configuración de la base de datos, información del software, acceso al manual de usuario y reporte de errores del sistema. Está compuesto de los siguientes módulos:

- Conexión BDD
- Acerca de
- Ayuda MaPI
- Reporte de errores

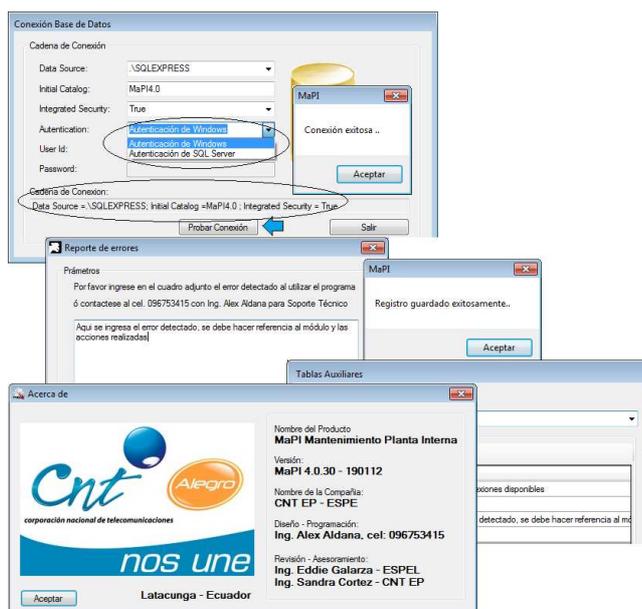


Figura 14.- Configuración conexión BDD, Acerca del software, Reporte de errores

VI. CONCLUSIONES

La utilización de un sistema informático como ayuda en la gestión del mantenimiento es necesaria para la optimización de los recursos, ya sea de personal, de tiempo, de transporte, de costos, etc. y consecuentemente mejora el desempeño y fiabilidad de los equipos al atender a tiempo los trabajos programados y/o correctivos.

La red de Telecomunicaciones es dinámica, a medida que la tecnología avanza se hace necesario el reemplazo de equipamiento por lo que es muy probable que la información varíe si no se la mantiene actualizada, "No se puede controlar lo que no se conoce"

Al mantener un registro escrito de la operación y mantenimiento de los equipos mediante las órdenes de trabajo impresas, se puede realizar el control de las actividades desarrolladas por cada uno de los trabajadores, así como de la atención al cumplimiento de los cronogramas de mantenimiento preventivo.

El desarrollo del software, se ha mantenido en un proceso de continuo cambio hasta su versión final con pruebas y datos reales por lo que se concluye que su funcionamiento es estable.

El software desarrollado puede ser fácilmente escalable para su uso a nivel nacional, para lo cual se debe considerar la utilización de un servidor de gran capacidad para almacenar la información depositada en la base de datos.

Al presentarse una gran diversidad de equipos ya sean en marcas, modelos, etc. se requiere generalizar las rutinas y tareas levantadas en primera instancia, sin embargo se consideró en el software desarrollado el módulo Rutinas-

Tareas que permiten incluir nuevos datos para atender en forma personalizada los requerimientos de mantenimiento

REFERENCIAS

- [1] PLANNING TELECOMMUNICATION NETWORKS, Thomas G. Robertazzi. Wiley and Sons. 2002.
- [2] NETWORKS AND TELECOMMUNICATIONS: DESIGN AND OPERATION, Martin P. Clark. Wiley and Sons. 2004.
- [3] Sistemas de telefonía, José Manuel Huido
- [4] Redes de Comunicaciones, Jorge Martínez, 2ª edición. Universidad Politécnica de Valencia. 2002.
- [5] Los servicios de Telecomunicaciones (Redes, Aplicaciones y costes), José A. Carballar Falcón.
- [6] Tecnologías y redes de transmisión de datos, Enrique Herrera Pérez
- [7] Principios sobre Bases de datos relacionales, Jorge Sánchez.
- [8] Bases de datos, Oscar Pérez Mora.
- [9] MySQL Guía rápida de Windows, Jorge Sánchez.
- [10] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/52f3sw5c.aspx>, Microsoft.



Cortez Sandra. Nació en Salcedo provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga – Ecuador Tecnóloga en Control Automático en el año 1992, Ingeniera de Ejecución en Electrónica en Instrumentación en el año 2000, egresada de la Universidad Técnica de Cotopaxi en Ingeniería Sistemas Computacionales en el año 2007, egresada del masterado en Gerencia de Redes y Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí en el año 2010.

Actualmente trabaja en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. en la ciudad de Latacunga Ecuador, donde se desempeña como Analista de Operaciones área Core & Plataformas.
Email: sandra.cortez@cnt.gob.ec.



Aldana Alex. Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga – Ecuador Tecnólogo en Telecomunicaciones en el año 1993, Universidad Politécnica Javeriana en Ingeniería en Electrónica y Sistemas Computacionales en el año 2001, egresado del masterado en Gerencia de Redes y Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí en el año 2010.

Actualmente trabaja en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. en la ciudad de Latacunga Ecuador, donde se desempeña como Analista de Operaciones área Transmisiones
Email: alex.aldana@cnt.gob.ec



Galarza Eddie. Nació en Portoviejo provincia de Manabí en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador en Electrónica y Control en el año 1989 y cuenta con un masterado en Ciencias de la Ingeniería Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército de Quito Ecuador y actualmente se encuentra finalizando sus estudios de doctorado en Mecatrónica en la

Universidad de Málaga España.

Actualmente docente del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército en la ciudad de Latacunga Ecuador, donde se desempeña como docente. Trabaja en el área de procesamiento de señales digitales específicamente en el campo de imágenes fijas y en movimiento. Eddie Galarza es miembro de la IEEE. Email: egalarza@espe.edu.ec.