

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE ROBO DE CABLE DE PLANTA
EXTERNA PARA TELEFÓNICA DEL PERÚ**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:
SANTOS SANTIAGO MINAYA LÁZARO**

**PROMOCIÓN
2003-I**

**LIMA-PERÚ
2009**

**SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE ROBO DE CABLE DE PLANTA EXTERNA
PARA TELEFÓNICA DEL PERÚ**

Dedico este trabajo a mis padres,
quienes siempre apoyaron toda iniciativa de progreso
con ejemplo de valor y constante esfuerzo,
y a Elizabeth, por su apoyo incondicional
y dedicación.

SUMARIO

El presente informe describe la implementación de un sistema de supervisión de robo de cable de planta externa para Telefónica del Perú.

En estos dos últimos años Telefónica del Perú ha sufrido cuantiosas pérdidas económicas debido al hurto de cable por personas o bandas delincuenciales, dado que el valor del cobre se ha incrementado considerablemente en estos tiempo. Esto también afecta el servicio de telefonía en los abonados de Telefónica del Perú generándose una disconformidad por el servicio.

El sistema planteado tiene como propósito supervisar en tiempo real el estatus de los cables de planta externa. El objetivo es detectar con exactitud donde se esté efectuando el corte del cable, para de esa forma poder dirigir eficazmente la reacción física.

En el capítulo I se describe la problemática y se muestra cuadros estadísticos. En el capítulo II se exponen los conceptos teóricos de los componentes del sistema. En el capítulo III se especifica a mayor detalle el sistema propuesto, sus componentes, criterios de diseño, arquitectura de los mismos y criterios de determinación de una alarma. Finalmente el capítulo IV se muestra los resultados y el presupuesto de inversión.

ÍNDICE

Introducción.....	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del Problema	2
1.2 Objetivo del Trabajo.....	2
1.3 Evaluación del Problema	3
CAPITULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	6
2.1 Sistema Telefónico	6
2.1.1 Aparato Telefónico.....	6
2.1.2 Central Telefónica.....	7
2.1.3 Líneas de Transmisión.....	7
2.2 Planta Externa	7
2.3 Cable Telefónico.....	8
2.3.1 Conductores	8
2.3.2 Aislamientos	8
2.3.3 Pareados	9
2.3.4 Cableado	9
2.3.5 Código de Colores	9
2.3.6 Envoltura del Núcleo	11
2.3.7 Cubiertas	11
2.3.8 Armadura y Revestimiento.....	11
2.4 Tipos de Cable.....	11
2.4.1 Cables Autosostenidos	11
2.4.2 Cables Rellenos.....	12
2.4.3 Cables de Acometida.....	13
2.4.4 Cables de Enlace o Troncales	13
2.4.5 Cables de Enlaces o Troncales Interurbanos.....	13
2.4.6 Causas más Frecuentes de Averías en los Cables	13
2.5 Cajas Terminales	15
2.5.1 Cajas Terminales Fijas.....	15
2.6 Armario de Subrepartición	16

2.7	Repartidor Principal	17
2.8	Sistema de Puesta a Tierra.....	18
2.8.1	Puestas a Tierra.....	19
2.8.2	Tipos de Instalaciones	19
2.8.3	Sistemas con Puesta a Tierra Única y Separada	20
2.8.4	Electrodos de Tierra.....	20
2.8.5	Resistencia de los Materiales.....	21
2.8.6	Resistencia de Contacto	21
2.8.7	Resistencia de Difusión.....	22
2.8.8	Resistencia de las Puestas a Tierra	22
2.8.9	Ubicación de las Puestas a Tierra.....	23
2.8.10	Construcción e Instalación de Puestas a Tierra	24
2.8.11	Método Básico para determinar la Resistividad del Suelo.....	26
2.8.12	Sistemas de Puesta a Tierra con Dosis Química de Gel	27
2.9	Red Virtual Privada VPN.....	29
2.9.1	Tipos de VPN.....	30
2.9.2	Seguridad en las Redes VPN.....	31
CAPITULO III DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN		35
3.1	Alternativas de Solución.....	35
3.1.1	Descripción General de la Solución Inelcom	35
3.1.2	Descripción General de la Solución Insitel	38
3.1.3	Comparación de las Soluciones.....	39
3.2	Solución del Problema	39
3.3	Descripción de Equipos	43
3.3.1	Bastidor y Armazón del Terminal de Planta de Supervisión de Cables	41
3.3.2	Módulo de comunicación y fonía (MCF-IP)	42
3.3.3	Módulos para supervisión de cables (MSC y MAP).....	43
3.3.4	Servidor	46
3.3.5	Sistema Operativo Solaris.....	47
3.3.6	Base de Datos Oracle	47
3.4	Protocolo de Pruebas del Subsistema de Aceptación	47
3.4.1	Detección de Par Abierto	48
3.4.2	Detección de Hilo A Tierra	49
3.4.3	Detección de Cortocircuito Entre Hilos.....	50
3.4.4	Detección de Falta de Aislamiento entre Hilos	51
3.4.5	Detección de Contacto de un Hilo del Par Supervisado con Hilo de otro Par	52

3.4.6	Detección de Tensión por Encima del Umbral.....	53
3.4.7	Averías Simultáneas	54
3.5	Lista de equipos.....	55
CAPITULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS		56
4.1	Análisis Descriptivo.....	56
4.2	Resultados.....	56
4.3	Presupuesto y plan de ejecución	59
4.3.1	Presupuesto.....	59
4.3.2	Plan de ejecución.....	60
Conclusiones Y Recomendaciones.-		61
ANEXO A		
Cuadro de Costos de Inversión		62
ANEXO B		
Plan de Inversión por Partes.....		64
ANEXO C		
Plan de Ejecución		66
ANEXO D		
Glosario de Términos		68
BIBLIOGRAFÍA.....		70

INTRODUCCIÓN

El flagelo del robo de cable en el Perú comenzó en el año 2007. La crisis económica produjo que una mercadería como el cobre, que en estos años ha comenzado a ser demandado por los países asiáticos, generó una gran demanda del material. La demanda de este material hace que el precio del cobre suba en forma exponencial y por ende es muy "lucrativo" robar este material.

En el tema de prevención de robo de cables se encuentra con dificultades y una serie de variables que tienen en principio un origen interno, que obedecen a que las plantas externas de Telefónica son de fácil acceso. Gran parte de infraestructura de planta externa de Telefónica está distribuida en postes y cables aéreos.

Actualmente la vigilancia y protección esta focalizada en algunos centros geográficos donde se tiene mayor interés, dado que la protección integral de la planta por parte de la vigilancia física o de personal policial es prácticamente imposible desde el punto de vista de costos.

Esto tiene una serie de consecuencias. La primera es la interrupción del servicio telefónico para los clientes de Telefónica, esto a su vez trae sanciones del ente regulador. También se tiene un impacto importante en Capex y Opex de Telefónica, dado que se necesitan inversiones para reponer el cable o para invertir en elementos de seguridad de la planta, y por supuesto en todo que tiene que ver con gastos operativos en función de vigilancia física.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

Los cables telefónicos de la red primaria y secundaria de planta externa están expuestos tanto en canalizaciones subterráneas y aéreas sin ningún tipo de protección y de fácil acceso que lo hacen vulnerables al robo por su alto contenido de cobre, estos cables son multipares de: 600, 200, 100, 50 y 25 pares de cobre.

La mayor cantidad de los robos ocurren en la red secundaria que su mayoría es un tendido aéreo que se inicia en el armario y se distribuye a través de postes.

Actualmente cuando ocurre un incidente de robo de cable, los abonados afectados se comunican con el operador (Telefónica del Perú) y reportan la falta de servicio, estos reportes son recepcionados por el Área de Atención al Cliente y luego de veinticuatro horas son reportadas al Área de Operación de Planta Externa y al Departamento de Seguridad para la reposición y toma de medidas preventivas.

Con estos datos no se sabe exactamente donde está la "avería" por lo cual se realiza una primera visita técnica. En esta primera visita el Área de Operaciones de Planta Externa con los números telefónicos de los abonados sabe cual es el recorrido de la red primaria y secundaria y puede realizar un seguimiento en todo su trayecto y ubicar donde ha sido el robo.

Con el actual procedimiento se tiene un proceso muy largo para identificar y ubicar un robo de cable, y el departamento de seguridad solo se limita a evidenciar los hechos y a realizar rondas esporádicas por el lugar afectado.

1.2 Objetivos del Trabajo

A continuación se describen los objetivos:

Detectar el corte de cables de pares de cobre.- Para conseguir esto el sistema tiene que tener la capacidad de supervisar las 24 horas los cables y enviar la señal de alarma de robo en fracción de segundos al centro de control.

Identificar con precisión el lugar donde el cable ha sido cortado.- El sistema tendrá que ser capaz mediante algún tipo de cartografía digital indique la referencial en donde está ocurriendo el robo.

- Disponer eficazmente y eficientemente los esfuerzos para combatir el robo de cable y por ende disminuirlos.

1.3 Evaluación del Problema

Las sistemas telefónicos tienen una infraestructura tan compleja que abarca Planta Interna y Planta Externa cada una con conceptos de funcionamiento, sistemas procesos y equipos.

Uno de los componentes principales que es parte de nuestro proyecto es el cable telefónico de Planta Externa, existe una variedad de este material de acuerdo a la aplicación, protección y tipo de instalación.

A continuación se muestra estadísticas de los incidentes de robos de cable en el Perú en el periodo 2007-2008 (Ver tabla 1.1).

TABLA 1.1 Estadística de Robos

Meses	Nº de robos	Km de cables robados	Clientes afectados
May-07	211	23	31643
Jun-07	229	34	39829
Jul-07	220	25	36441
Ago-07	108	12	21961
Set-07	151	12	21340
Oct-07	111	10	17330
Nov-07	112	13	17768
Dic-07	235	13	31268
Ene-08	538	37	62310
Feb-08	430	28	54341
Mar-08	457	26	83051
Abril-08	356	22	65675
TOTAL:	3,158	256	485957

Por las variables indicadas en la Tabla 1.1 para la reposición del servicio telefónico después de un robo de cable se tiene que considerar los siguientes costos:

- Costo de mano de obra por reposición del servicio (Ver tabla 1.2).
- Costo de reposición de cables (Ver tablas 1.3).

TABLA 1.2 Costo de mano de obra

Variables	Cantidad
Nº Técnicos:	04
Nº de Horas Hombre:	08
Costo Hora Hombre:	S/. 27.00
Sub Total:	=S/. 27.00x04x08 = S/. 864.00
Costo consumibles:	S/. 500.00
Costo Total de reposición de 01 robo:	S/. 1,364.00
Nº Total de robos:	3158
Total costo de reposición:	S/. 4'307,512.00

TABLA 1.3 Costo de reposición de cable.

Variables	Cantidad
Costo promedio x Km de cable:	S/. 30,000.00
Total de Km de robados:	256
Costo total:	S/. 7'675,035.00

Telefónica del Perú en el periodo 2007-2008 tuvo una perdida por S/ 11'982,547.00 (Once millones novecientos ochenta y dos mil quinientos cuarenta y siete con 00/100 Nuevos Soles), sin considerar las perdidas por facturación de servicios no prestados y multas del ente regulador. Para este proyecto se han considerado las centrales telefónicas con mayor incidencia de robo (Ver tablas 1.4 y 1.5).

TABLA 1.4 Relación de centrales telefónicas de provincias.

Provincia	Nº Centrales telefónicas
Tumbes	4
Piura	2
Chiclayo	10
La Libertad	10
Ancash	10
Ica	6
Arequipa	12
Moquegua	10
Tacna	8
Huancayo	8
Sub total provincias:	80

TABLA 1.5 Relación de centrales telefónicas de Lima.

Lima	Nº Centrales telefónicas
Ate	4
Barranco	4
Breña	4
Comas	8
Chorrillos	10
El Agustino	8
La Victoria	6
Puente Piedra	10
Rimac	6
Independencia	6
San Juan de Miraflores	6
San Martín de Porres	8
Santiago de Surco	12
Surquillo	4
Villa María del Triunfo	6
San Juan de Lurigancho	10
Santa Anita	10
Bellavista	8
Carmen de Legua	4
La Perla	4
La Punta	4
Ventanilla	8
Sub total Lima:	170

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Sistema Telefónico

Se define la telefonía como el sistema de telecomunicaciones que estudia los procedimientos necesarios para establecer un cambio de conversación entre dos abonados cualesquiera, perteneciente a la misma red y en el menor tiempo.

Hay dos principios básicos que rigen la telefonía y son:

- Es un medio de comunicación punto a punto privado.
- Cualquier punto de comunicación debe tener la posibilidad de conectarse con cualquier otro punto, es decir debe establecerse una comunicación entre dos abonados cualesquiera.

El sistema telefónico está conformado por el conjunto de dispositivos físicos que permiten suministrar el servicio de la comunicación telefónica. Es decir, para proveer adecuadamente este servicio, es necesario que el sistema telefónico contenga los medios adecuados para conectar a los aparatos telefónicos específicos al inicio de la comunicación y desconectarlos una vez que esta termine. En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones imprescindibles de: conmutación, señalización y transmisión.

Básicamente el sistema telefónico está constituido por los siguientes elementos:

- a. Aparato Telefónico
- b. Central Telefónica
- c. Líneas de Transmisión

2.1.1 Aparato Telefónico

El aparato telefónico actúa como un transductor eléctrico-acústico bidireccional, para convertir la energía eléctrica en acústica y viceversa. Codifica la información de señalización para accionar la conmutación en las centrales telefónicas que seleccionará al abonado deseado.

2.1.2 Central Telefónica

Es un centro de conmutación cuya función primaria es suministrar medios de conexión para enlazar los abonados entre sí. (Ver figura 2.1).

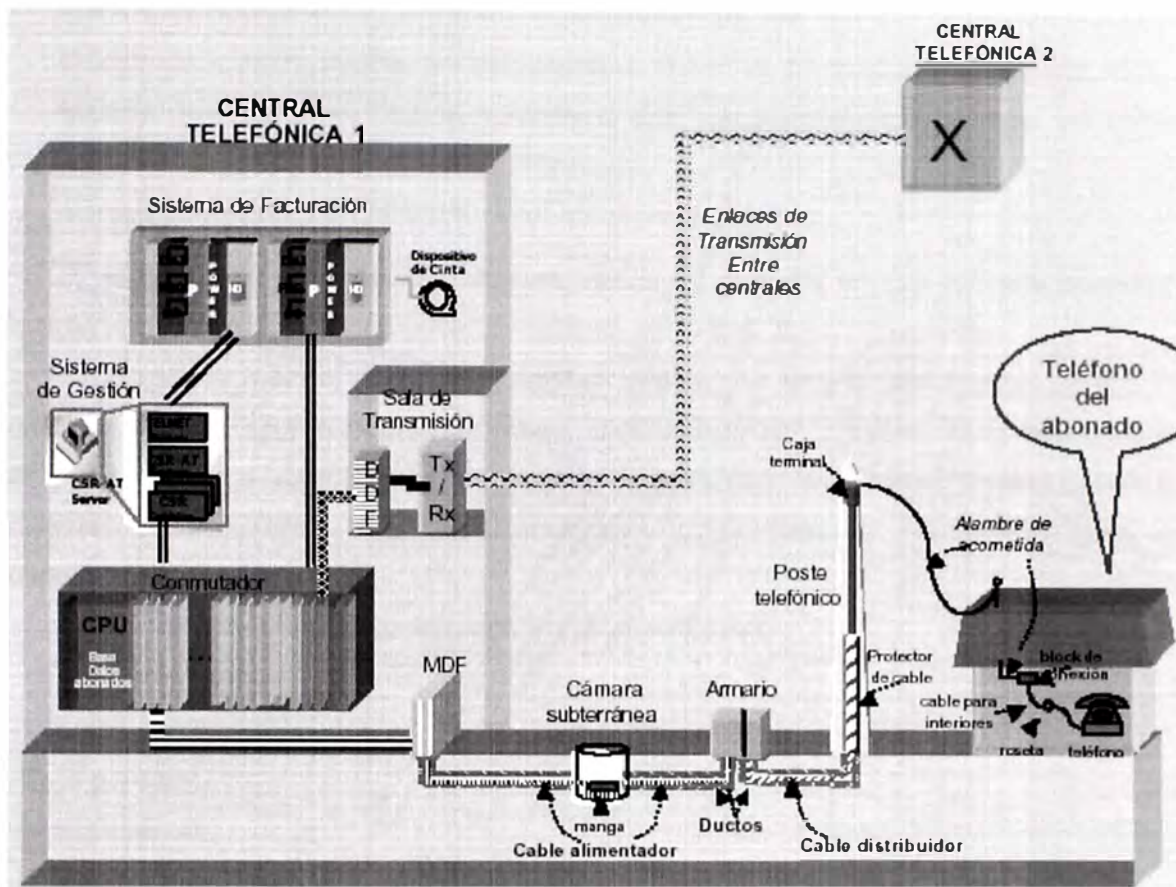


FIGURA 2.1 Central Telefónica

2.1.3 Líneas de Transmisión

Son medios conductores para la transmisión entre el aparato telefónico y la central, y entre central y central; que permite la transmisión de cualquiera de las informaciones (señales de voz y corrientes de señalización). Estos medios conductores pueden ser líneas desnudas (líneas físicas), cables de pares, cables coaxiales o cables de fibra óptica. Para las redes interurbanas o de larga distancia generalmente se utiliza la transmisión por microonda o vía satélite.

2.2 Planta Externa

La planta externa comprende todos los elementos e instalaciones que están situados en el exterior de los edificios de las oficinas centrales, ellos constituyen el soporte para enlazar los abonados con su respectiva central telefónica, así como para enlazar centrales telefónicas.

En general la planta externa esta constituida por:

- Medios conductores: líneas físicas, cables de pares balanceados, cables coaxiales, cables de fibra óptica, etc.
- Medios de interconexión: Armarios, cajas terminales, etc.
- Medios de soporte: postes, anclas, crucetas, alambres de devanado, ferretería, etc.
- Medios de protección: Ductos y cámaras que son usados para proteger los cables subterráneos.

2.3 Cable Telefónico

Cable es la línea eléctrica flexible, aislada y envuelta en una cubierta protectora que sirve para lograr el intercambio de señales eléctricas de un punto a otro.

Según la función a desarrollar por el vínculo, se tendrá que adoptar un tipo de cable apropiado. La red puede ser aérea, subterránea por canalización o directamente enterrada. Para cada caso se tendrá además la posibilidad de adoptar diversos cables de distintas construcciones, según las condiciones ambientales, de transmisión fijada, de distancia a cubrir.

Los elementos que constituyen el cable telefónico:

- Los conductores.
- Los aislamientos.
- El pareado.
- El cableado.
- El código de colores.
- La envoltura del núcleo.
- La armadura y el revestimiento.

Serán descritos en las siguientes subsecciones diferenciando las distintas construcciones y posibilidades

2.3.1 Conductores

Normalmente son de cobre, en rutas de alto tráfico servicios calificados se proyectan cables con fibras ópticas o coaxiales. Se utilizan conductores de cobre electrolítico recocido de calibres 0.91, 0.64, 0.51 y 0.40mm. (19, 22, 24 y 26 AWG, American Wire Gauge).

2.3.2 Aislamientos

En general el material que aísla cada conductor debe ser fácil de colocar y operar, tendrá baja constante dieléctrica, como condiciones eléctricas. Desde el punto de vista mecánica debe ser resistente a la tracción y elongación. Existen varios tipos de aislamiento:

- Polietileno de baja densidad.
- Polietileno de alta densidad.
- Polipropileno.
- Cloruro de Polivinilo(PVC)

2.3.3 Pareados

Los conductores seorean para formar un circuito, con un paso necesario, a fin de controlar la capacidad mutua (diafonía) y el desequilibrio respecto a tierra (ruido). Los pasos cortos están limitados por la rotación de los conductores, los pasos largos no son deseables pues los pares se deshacen mientras se trabajan en empalmes.

2.3.4 Cableado

Los conductores aislados y oreados constituyen el núcleo del cable. Se tiene dos tipos:

- Cableado de Capas Concéntricas.- los pares están dispuestos en capas concéntricas. Generalmente cada capa tiene un sentido inverso al de las adyacentes. Este método produce un cable mas rígido utilizándose en la actualidad para cables de baja capacidad.
- Construcción de Unidades.- los pares se cablean en unidades de 25, 50 y 100 pares y con un mismo paso de formación. Puede atarse con hilos de algodón o rayón. Una maquina cableadora junta las unidades para formar el cable. Se puede formar subunidades de 7, 12 y 13 pares.

2.3.5 Código de Colores

A fin de individualizar los pares dentro de un cable y poder operar con ellos es conveniente disponer de un código de colores que ayude a ubicarlos rápidamente (Ver tabla 2.1).

Para cable de más de 25 pares, el primer grupo de 25 pares, se identifica por medio de una atadura cuyo color es igual al del primer par (es decir azul – blanco). Los grupos subsiguientes de 25 pares tienen ataduras cuyo color sigue la misma secuencia en los pares (ver tabla 2.2).

TABLA 2.1 Código de Colores

N° del par	Colores de base hilo A	Colores acompañantes hilo B
1-5	Blanco	Azul
6-10	Rojo	Naranja
11-15	Negro	Verde
16-20	Amarillo	Marrón
21-25	Violeta	Gris

TABLA 2.2 Colores de las Ataduras

N° del par acompañante	Colores de base hilo A	Colores acompañantes hilo B
1	Blanco	Azul
2	Blanco	Naranja
3	Blanco	Verde
4	Blanco	Marrón
5	Blanco	Gris
6	Rojo	Azul
7	Rojo	Naranja
8	Rojo	Verde
9	Rojo	Marrón
10	Rojo	Gris
11	Negro	Azul
12	Negro	Naranja
13	Negro	Verde
14	Negro	Marrón
15	Negro	Gris
16	Amarillo	Azul
17	Amarillo	Naranja
18	Amarillo	Verde
19	Amarillo	Marrón
20	Amarillo	Gris
21	Violeta	Azul
22	Violeta	Naranja
23	Violeta	Verde
24	Violeta	Marrón
25	violeta	Gris

2.3.6 Envoltura del Núcleo

Se aplica para mantener unido el núcleo del cable, aumentar la rigidez dieléctrica respecto a la pantalla metálica o cubierta, y en el caso de los cables aislados con plástico proporciona un aislante térmico durante la colocación de la cubierta.

2.3.7 Cubiertas

La función primordial de la cubierta de un cable es proteger al núcleo del daño físico que pueda sufrir durante la instalación y el servicio, y preservarlo de tal modo que la calidad de transmisión de los circuitos del cable se mantengan en condiciones aceptables. En general, las cubiertas se diseñan para cumplir con estos requisitos un periodo mínimo de 30 a 40 años.

La función secundaria de la cubierta es el blindaje y protección contra las perturbaciones eléctricas.

2.3.8 Armadura y Revestimiento

Las armaduras de cintas o hilos de acero protegen contra la presión y tensiones longitudinales respectivamente, por ejemplo para tendidos a través de ríos. También se podrán utilizar contra roedores cintas delgadas de acero o cintas de cobre.

Los revestimientos de plásticos tienen la función de proteger las armaduras o las cubiertas contra la corrosión. También se utilizan guarniciones de cinta de caucho o yute impregnado para este fin.

2.4 Tipos de Cable

Los tipos de cables a mencionar son:

- Cables Autosostenidos
- Cables Rellenos
 - Cables de Acometida
 - Cables de Enlace o Troncales
 - Cables de Enlaces o Troncales Interurbanos
- Causas más Frecuentes de Averías en los Cables
 - Cables Autosostenido

Estos serán descritos en las subsecciones siguientes

2.4.1 Cables Autosostenidos

Estos cables poseen una cubierta exterior que abarca conjuntamente al núcleo y al cable guía que servirá de sostén, determinando una sección transversal a la que deben su nombre (Ver figura 2.2).

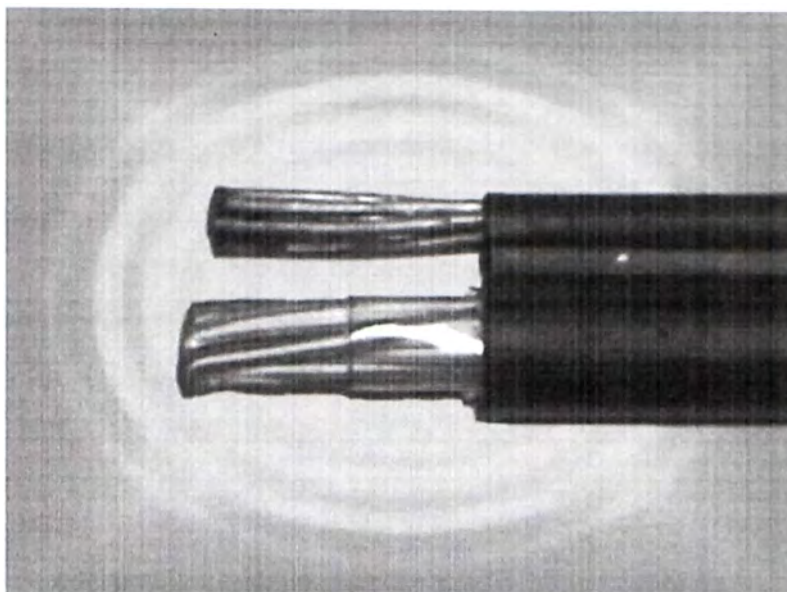


FIGURA 2.2 Cable Autosostenido

2.4.2 Cables Rellenos

El cable enterrado está por lo general ubicado en un medio húmedo, de modo que por diversos motivos el agua logra entrar. Alguno de esos motivos son: daño causado por herramientas o maquinaria en forma accidental, rayos, empalmes con filtraciones, inundaciones de terminales, respiración del cable, condensación, etc.

Ya que un porcentaje del espacio interior del cable sólo es aire, en el diseño se pretende reemplazar todo este espacio disponible por un buen material dieléctrico. En consecuencia no queda lugar para el agua, este material debe tener las siguientes características:

- Constante dieléctrica y factor de disipación de valores bajos.
- Suficientemente blando para todas las temperaturas de instalación, pero con la rigidez necesaria para no fundirse a la exposición directa del sol.
- Compatibilidad con los compuestos aislantes.
- Estabilidad con los compuestos aislantes.
- Ser aceptado por los espalmadores.
- Ser de bajo costo y disponible en grandes cantidades.

El material más aceptado tiene una base de gelatina de petróleo. El principal inconveniente es su baja temperatura de goteo, pero puede aumentarse añadiendo un 8% de polietileno de bajo peso molecular y usando gel con alto punto de fusión.

Los compuestos a base de petrolato tienen tendencia a deteriorar los materiales de aislamiento el polietileno de alta densidad muestran un uso satisfactorio, como

aislamiento, pues no es atacado por el petrolato. Su utilización se extiende a los cables subterráneos y aéreos.

2.4.3 Cables de Acometida

Este cable es autosostenido, la sujeción se realiza por encima de la cubierta. Por ello, el aislamiento debe adherirse firmemente al conductor, para que las fuerzas de atracción se transmitan a él.

Durante mucho tiempo el diseño consto de dos conductores de acero-cobre de 0.96mm, para que fuera más resistente a la tracción, con un aislamiento de caucho sintético. Posteriormente se aplicó un trenzado de algodón o rayón, seguido de una cubierta de neoprene negro, ya que como este cable iba unido a la propiedad de los usuarios debía de ser resistente al fuego.

Luego se ha adoptado el PVC para reemplazar al caucho, de mayor precio. Los principales requisitos siguen siendo: adhesión, resistencia al fuego y capacidad para soportar la presión de la sujeción.

2.4.4 Cables de Enlace o Troncales

Son cables utilizados para la vinculación o enlace desde centrales locales dentro de un área múltiple. Comúnmente son cables multiparas subterráneos, pudiendo estar pupinizados (Pupinizar se refiere a la inserción de bobinas de carga a intervalos regulares en una línea de transmisión para mejorar sus características de transmisión dentro de la banda de frecuencias requerida).

Se utilizan también cables con fibras ópticas o radioenlaces por microondas.

2.4.5 Cables de Enlaces o Troncales Interurbanos

Se designa así a los cables de enlaces entre centros interurbanos. Debido a la capacidad y a las distancias recorridas, comúnmente son aéreos. En algunos casos se instalan enterrados. Por sus extensas longitudes se insertan repetidores amplificadores por tramos.

Se utilizan cables de fibras óptica, radioenlaces por microondas o enlaces por satélite domésticos. Para los casos de alto tráfico en grandes ciudades también se ha instalado guías de onda para cubrir esta función.

2.4.6 Causas más Frecuentes de Averías en los Cables

Las causas más frecuentes de averías en los Cables son descritas a continuación:

a. Atenuación de una línea telefónica:

Debido a la resistencia, capacitancia, inductancia y bajo aislamiento que pueda existir en el cable, la corriente de la voz no se escucha en el otro extremo de la línea en su volumen total de transmisión, está perdida de energía es lo que se conoce como atenuación. Estas no son constantes a todas las frecuencias: frecuencias más altas tienen mayor atenuación que las frecuencias bajas, también es mayor a mayor distancia se corrige instalando bobinas de carga (pupinizadoras).

b. Electrólisis

La electrólisis, en forma general, es la descomposición química de una sustancia conductora originada por el flujo de corriente a través de ella. En forma particular la electrólisis es la destrucción o corrosión de las estructuras metálicas subterráneas, debido al paso de corriente eléctrica vagabunda.

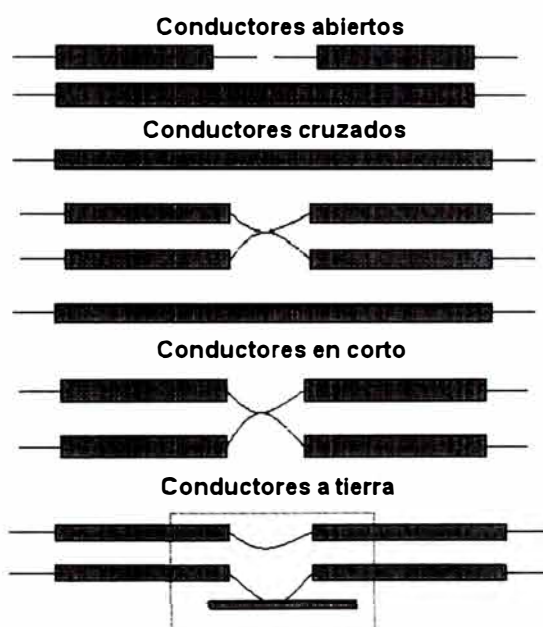


FIGURA 2.3 Averías de Conductores

c. Diafonía

La diafonía se define como un fenómeno que consistía en inducirse una comunicación telefónica de un par a otro. La diafonía se produce por las siguientes causas:

- Bajo aislamiento del cable.- en este caso la causa se presenta de manera accidental y/o por efectos de trabajo de empalme.
- De forma accidental.- Cuando la cubierta del cable es carcomida por bichos roedores, vibraciones de vehículos pesados, etc. Se producen grietas y aberturas en las

protecciones del cable o en las uniones de la manga produciéndose el ingreso de la humedad si no esta presurizado el cable (inyectado de aire seco)

- Por trabajos de empalme.- Cuando el empalme esta mucho tiempo descubierto, en cámaras húmedas, por mangas mal cerradas y sin probar la hermeticidad.
- Por inducción electromagnética.- este caso puede presentarse entre circuitos vecinos al no colocarse debidamente los pares en el momento de hacer los empalmes y se eliminan dándole la torsión respectiva con espiras cortas, obteniendo de esta manera el cambio de dirección en los campos magnéticos

La figura 2.3 muestra algunas averías adicionales.

2.5 Cajas Terminales

La conexión entre el cable de planta externa y el teléfono del abonado requiere que la terminación de un par esté hecha de tal modo, que pueda conectarse un hilo de acometida para llegar al edificio del abonado. Este también debe estar provisto de un terminal a la entrada para conectar el cable interior al mismo y completar así el circuito hasta el aparato telefónico. Hay por supuesto varios tipos de terminales que se requieren para los muchos equipos telefónicos.

2.5.1 Cajas Terminales Fijas

Efectuar la conexión del aparato del abonado a un cable con aislamiento de papel o pulpa es, con mucho, una de las operaciones más difíciles, ya que toda conexión al cable debe sellarse para mantenerlo seco.

Inicialmente, toda la distribución era de cables de plomo en forma aérea, se utilizaban terminales sellados que consistían en un bloque con bornes fundidos en un material aislante. Esto se montaba en una caja de metal galvanizado con tapa. La parte trasera estaba sellada y tenía unida una cola de cable recubierto de plomo. De este modo, los bornes terminales eran accesibles, pero el resto era estanco.

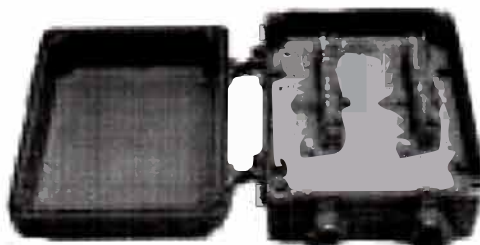


FIGURA 2.4 Caja Terminal de 20 pares

En la actualidad la operación de empalme para los ramales aéreos se hacen más simples al usar cables con aislación y cubierta plástica, manteniéndose las

terminaciones de cables estancos en su conexión a la caja. En la figura 2.4 se puede apreciar una caja terminal de veinte pares.

2.6 Armario de Subrepartición

Los armarios de subrepartición permiten conectar, mediante puentes, los cables alimentadores primarios desde la central telefónica con los cables secundarios distribuidores a los abonados. Se componen de regletas de conexión de un bastidor para su montaje y una caja de protección. Estos puntos podrían servir también al personal de mantenimiento por lo que podrán alojar equipos de presurización, concentradores, amplificadores, etc.

En los casos que su ubicación fuese interior (en un edificio), se podría alojar en una caja empotrada de madera o metálica. Su fondo siempre deberá ser de madera a fin de montar los bloques o regletas de borne.

Las regletas podrán ser como bornes o tornillo, o tipo "U", para la interconexión de los puentes. Sus capacidades mas comunes son de 300 pares, 700 pares, y 1200 pares (100/200, 300/400 y 500/700, primario/secundario, respectivamente).

Las propiedades más importantes son:

- Facilidad de utilización.
- Facilidad de instalación.
- Resistencia a los deterioros mecánicos.
- Resistencia de los deterioros climáticos.
- Posibilidad de un cierre de seguridad.
- Pequeñas dimensiones.
- Posibilidad presurización.

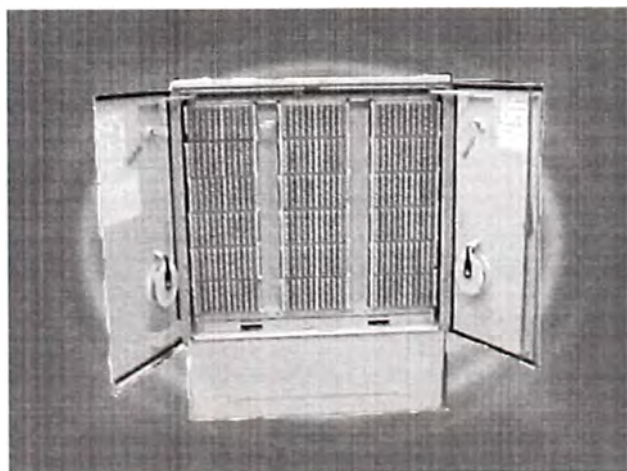


FIGURA 2.5 Armario

En la actualidad se proveen armarios con pedestal de hormigón prearmado y caja de fibra de vidrio. También se pueden colocar montados en poste o fachada. En la figura 2.5 se puede apreciar un armario.

2.7 Repartidor Principal

También conocido por sus siglas en inglés MDF (Main Distribution Frame). El repartidor principal se encuentra ubicado en el edificio de la central. Es el elemento que permite el enlace de la planta externa, con la de interior, mediante el uso de puentes.

El MDF prevé la terminación del cable exterior en los bloques protectores, los que vienen dispuestos en filas verticales, mientras que los cables interiores terminan horizontalmente en los bloques terminales, sobre el lado opuesto del armazón.

Los bloques protectores constan de bobinas térmicas y descargadores. Estas bobinas protegen el plantel de las corrientes excesivas de larga duración. Consta de un pequeño enrollamiento conectado en serie con el par. Si circula una corriente excesiva, se calienta esta, provocando la función de una partícula de estaño que sostiene un vástago. Por la acción de un resorte este vástago se desprende y cierra un contacto de tierra.

Los descargadores protegen a la red de las descargas instantáneas de alta tensión, como ser rayos o contactos accidentales con líneas de energía. Son generalmente piezas de carbón enfrentadas. Una de ellas está conectada a tierra y la otra a uno de los hilos de la línea. Cuando se produce una descarga, este se deriva tierra. El dieléctrico es aire, utilizándose separadores de mica.

Todos los cables de abonado deben terminar en los bloques protectores del distribuidor. Los cables de enlace entre oficinas que tengan su recorrido total subterráneo no es necesario protegerlo, por lo que se conectan a bloques terminales.

Los bloques protectores y terminales se ubican en herrajes verticales por lo que a cada armazón se le denomina vertical. Cada 20cm se dispone un vertical con una cantidad de 100 a 1000 pares cada una, según sea el equipo instalado y capacidad de la central. Existen tres tipos de distribuidores a saber:

- Distribuidor mural.- se coloca sobre las paredes laterales del salón distribuidor.
- Distribuidor simple.- sobre un lado del bastidor se dispone los elementos de planta externa y sobre el otro lo de planta interna.
- Distribución doble.- se secciona el bastidor de dos partes para aprovechar la longitud útil del salo distribuidor.

Los alambres para puentes que se usan para conectar los terminales del repartidor general, se extienden horizontalmente a través del armazón del repartidor. Con el objeto de que estas pueden ser colocadas sin daños o interferencias con la línea en uso, es preferible que su longitud no exceda los 40 metros. Por ello, para centrales de gran capacidad se recurre a doble repartidor o ha sistema miniaturizados.

A fin de dar una numeración correlativa a los cables que salen de planta externa, se numeran los mismos según su ubicación en el distribuidor principal partiendo su equipamiento desde el fondo de la galería de cables hacia el frente de la misma. En la figura 2.6 se muestra un MDF.

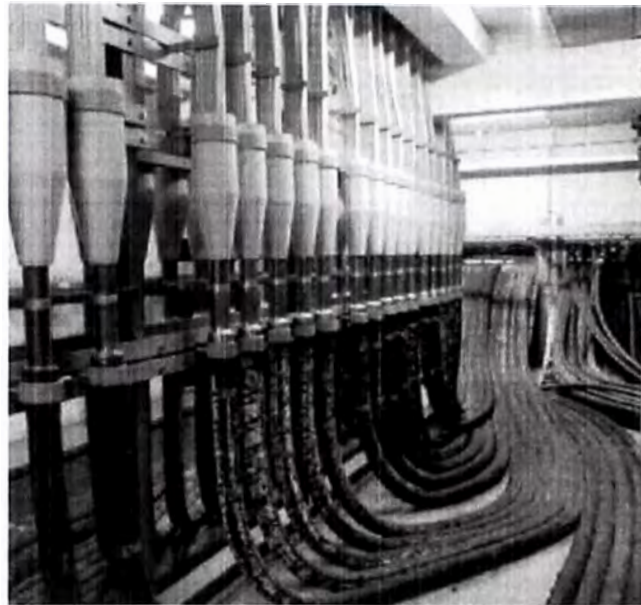


FIGURA 2.6 MDF

2.8 Sistema de Puesta a Tierra

En esta sección se verán distintos aspectos referentes al sistema de toma a tierra. Éstos son:

- Puestas a Tierra.
- Tipos de Instalaciones.
- Sistemas con Puesta a Tierra Única y Separada.
- Electrodo de Tierra.
- Resistencia de los Materiales.
- Resistencia de Contacto.
- Resistencia de Difusión.
- Resistencia de las Puestas a Tierra.
- Ubicación de las Puestas a Tierra.

- Construcción e Instalación de las Puestas a Tierra.
- Método Básico para determinar la Resistividad del Suelo.
- Sistemas de Puesta a Tierra con Dosis Química de Gel.

2.8.1 Puestas a Tierra

La puesta a tierra es la parte fundamental de casi todos los sistemas de protección eléctrica actualmente en uso, por ello es de vital importancia el conocimiento de sus características y de comportamiento para poder determinar la eficiencia de los sistemas de protección ya en la fase de diseño.

La función que desempeñan los electrodos de las puestas a tierra es la de unir una estructura metálica con el terreno. Esta conexión ha de conseguirse de una forma muy distinta a la habitual conexión entre dos elementos conductores, por consiguiente es necesaria la utilización de un elemento de presión externa entre los elementos a unir por contacto.

Los elementos principales que determinan una puesta a tierra son los electrodos, el terreno donde estos se instalan y la calidad del contacto eléctrico entre ambos. Cómo factor secundario puede tenerse en cuenta la conexión entre el electrodo y el elemento a proteger, además de los elementos conductores utilizados para poder llevar a cabo esta conexión.

Estas cuestiones son secundarias debido a que son mucho más fáciles de acceder y por tanto susceptibles de ser modificados sin incrementar notablemente los costos de la instalación.

2.8.2 Tipos de Instalaciones

Las finalidades de una instalación de puesta a tierra son diversas, como por ejemplo:

- Proteger a las personas que eventualmente puedan estar en contacto con estructuras metálicas de la instalación que en condiciones normales de funcionamiento no están sometidas a tensión eléctricas, pero que eventualmente pueden estarlo debido a algún tipo de avería.
- Dispersar las sobretensiones tanto de origen atmosférico como las originadas por líneas de distribución de energía a las instalaciones que pueden verse sometidas.
- Mantener continuamente al potencial de tierra componentes de los circuitos eléctricos, telefónicos, electrónicos, etc.
- Permitir el correcto funcionamiento de determinadas instalaciones como pueden ser los sistemas de atracción eléctrica, sistema de telealimentación, etc.

2.8.3 Sistemas con Puesta a Tierra Única y Separada

Presentan numerosos inconvenientes (para diferentes equipos o diferentes aplicaciones) entre los que cabe señalar lo siguiente:

- En la práctica es imposible, por lo general, asegurar la separación de las diversas puestas a tierra debido a las conexiones fortuitas y no controladas, así como a los acoplamientos galvánicos en el suelo.
- Representan un riesgo de incendio y una amenaza para la vida humana, ya que puede producirse una diferencia de potencial entre partes conectadas o puestas de tierra diferentes.
- Como consecuencia, pueden circular corrientes por las estructuras metálicas y provocar su corrosión.

Por otra parte, algunas veces puede ser conveniente disponer de puestas a tierra separadas para ciertas categorías de servicio.

La decisión de proveer tierras separadas esta en todo caso subordinada a la condición de que los potenciales en los diferentes puntos del sistema de puestas a tierra separadas se mantengan por debajo de los valores que se consideren peligrosos. La puesta a tierra única permite mantener, en todo los punto que deber estar puesto a tierra, un potencial sensiblemente igual.

2.8.4 Electrodo de Tierra

Para construir una puesta a tierra es necesario instalar, en un punto adecuado y a la profundidad necesaria, un electrodo metálico o conjunto de electrodos. Aunque esto parece sencillo, es necesario tener en cuenta diversos factores que nos determinaran la eficacia de la puesta a tierra. Esta eficacia se puede cuantificar en función de la resistencia eléctrica de la puesta a tierra, la cual deberá ser aceptable, es decir, de un valor lo más reducido posible.

La resistencia de una puesta a tierra viene fundamentalmente definida por tres partes:

- La resistencia eléctrica propia de los materiales conductores que constituyen la instalación.
- La resistencia de contacto entre el sistema de electrodos de la puesta a tierra y el terreno circundante.
- La resistencia propia del terreno que rodea al sistema de electrodos de la puesta a tierra, esta componente es la que se conoce como resistencia de difusión de la puesta a tierra.

2.8.5 Resistencia de los Materiales

Los materiales conductores empleados en la construcción de las puestas a tierra no desempeñan un papel demasiado importante en cuanto a su contribución al aumento de la resistencia total del sistema de tierra. Por lo tanto, para el caso de corrientes continuas o corrientes alternas de frecuencias industriales, esta contribución puede despreciarse en comparación con la resistencia total de la puesta a tierra.

2.8.6 Resistencia de Contacto

La resistencia de contacto entre las superficies de los electrodos y el subsuelo circundante puede contribuir, de una forma efectiva, al aumento de la resistencia de la puesta a tierra y por tanto a la limitación de su eficacia.

Esta resistencia, no obstante, no suele tenerse en cuenta en el momento del diseño de un sistema de protección eléctrica pues en mayor o menor grado, pero sin grandes diferencias, se presenta en todos los electrodos de tierra, por lo que no será un factor de decisión importante para la elección de uno de ellos.

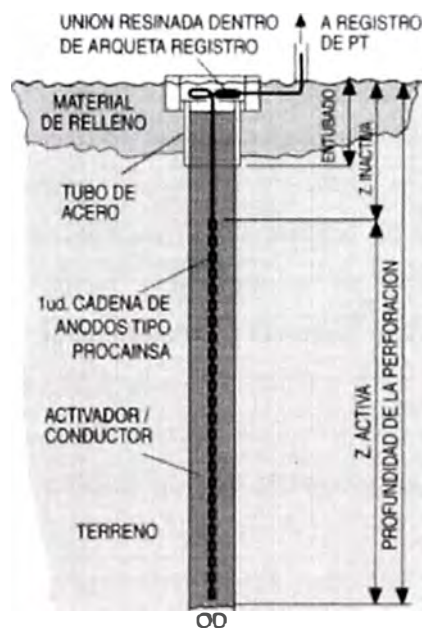


FIGURA 2.7 Instalación de Electrodo a Tierra.

Pese a todo, en la práctica suele emplearse métodos que aseguren o mejoren la calidad de este contacto eléctrico mediante la utilización de materiales de baja resistividad, situados en el espacio entre el electrodo y el terreno. Materiales de este tipo son el carbón de coque pulverizado, polvo de grafito, bentonita seca o hidrata, etc. Estos materiales, además de mejorar el contacto electrodo – tierra contribuyen al aumento del

volumen efectivo del electrodo y constituyen lo que en las instalaciones de tierra se conoce como "lecho". La figura 2.7 muestra la instalación del electrodo a tierra

2.8.7 Resistencia de Difusión

La resistencia del volumen del terreno que envuelve al electrodo es claramente el valor más importante en la determinación del valor resistivo de un sistema de tierra. El volumen de terreno que realmente contribuye en la fijación de la resistencia de difusión es muy limitado, y se trata del que se encuentra en las proximidades del electrodo. Este volumen además de depender del tamaño y forma del electrodo, dependerá también de la naturaleza del terreno.

Por ello serán más favorables aquellos electrodos que permitan la difusión de la corriente en un mayor volumen de terreno más adecuado, puesto que para un mismo tipo de electrodo la capacidad de difusión de la corriente depende de la resistividad eléctrica del terreno. Por tanto, deben tenerse en cuenta para la instalación de las puestas a tierra las variaciones locales de la resistividad.

2.8.8 Resistencia de las Puestas a Tierra

Las instalaciones de protección eléctrica por excelencia son las puestas a tierra, debido a que ellas dispersan en el terreno las corrientes perturbadoras producidas por las descargas atmosféricas, o bien por las instalaciones de energía eléctrica, sobre las instalaciones de telecomunicación.

La puesta a tierra es el elemento de conexión de la instalación con el terreno y, similar a la "conexión equipotencial" entre dos partes metálicas de la instalación, tiene como finalidad mantener al mismo potencial la masa metálica de nuestra instalaciones con el de tierra, debiendo constituir el mejor camino para que se dispersen a través de ella las corrientes procedentes de descargas atmosférica o de origen industrial.

Entre los objetivos principales que se persiguen con la puesta a tierra se podrá enumerar lo siguiente:

- Asegurar una resistencia lo suficientemente reducida entre tierra y la instalación a proteger, para evitar que se produzcan caídas de tensión elevadas, poniendo el peligro al personal y a las propias instalaciones cuando por ellas se disipan corrientes de origen atmosférico e industrial.
- Minimizar los valores de diafonía y ruido inducidos en los circuitos y equipos de telecomunicación, ordenadores, etc.
- Empleo de la tierra como trayecto de retorno de uno de los conductores de un circuito. Puestas a tierra de telealimentación (sistemas submarinos, ánodos de protección catódica, etc.)

El estudio llevado a cabo hasta este momento, acerca del comportamiento de las puestas a tierra estaba orientado a familiarizarse con los diversos factores que hay que tener en cuenta en el momento de evaluar su eficacia. No obstante pueden haber quedado algunos planteamientos de tipo práctico sin explicación como consecuencia de haber planteado todo el estudio sobre la base del electrodo semiesférico.

Es el propio terreno el factor esencial para el establecimiento de un sistema de puesta a tierra, el cual queda cuantificado por su resistividad, por ello es fundamental la elección del lugar donde debe ser ubicado el sistema de tierra.

Existen además otros factores que influyen en la determinación de la eficacia del sistema de protección, entre ellos se encuentra el tipo de electrodo utilizado, así como la configuración eléctrica adoptada en la instalación de los mismos. También influirá la naturaleza de la corriente a disipar, debiendo establecerse el sistema de protección para que en las condiciones más desfavorables tenga un comportamiento eficaz. Hay que tener también en cuenta las variaciones aleatorias del potencial propio del terreno, las cuales además de ser capaces de dar lugar a potenciales peligrosos podrían provocar la destrucción del sistema de protección o la degradación de sus características de funcionamiento.

2.8.9 Ubicación de las Puestas a Tierra

Debe tenerse en cuenta las fluctuaciones de potencial del terreno elegido, evitando la cercanía a otras instalaciones capaces de provocar acoplamientos galvánicos o de generar corrientes vagabundas (ferrocarriles electrificados, sistemas de protección catódica, etc.), es decir, de dispersar corrientes de origen atmosférico o industrial.

Para proyectar correctamente las puestas a tierra de una instalación es preciso determinar los puntos más idóneos para la ubicación de los electrodos, teniendo en cuenta todas las variables que intervienen con el objeto de conseguir los fines previstos con la menor inversión posible.

A este respecto, para conocer las posibilidades que ofrece el terreno, el proyectista necesita realizar medidas de resistividad y un análisis del terreno teniendo en cuenta la constitución, poder higroscópico, tipo de vegetación, asistencia de sedimentaciones producidas por el agua, cambio de naturaleza geológica y todas las características del suelo que evidencia la existencia de zonas favorables para la ubicación de tomas de tierra.

Después de esta primera selección de las zonas mas favorable y una vez determinado teóricamente la separación máxima entre tomas de tierra, se procede a la elección de puntos en concreto de puestas de tierra.

Se procura también evitar la instalación de puestas a tierra en aquellos puntos del terreno próximos a otros pertenecientes a otros tipos de instalaciones, cómo son la toma de tierra de apoyo de líneas de energía o instalaciones (subestaciones, centro de generación, etc.) de alta tensión. A este respecto, siempre debe dejarse entre ambos sistemas de tierra una distancia de seguridad que nunca sea inferior a cien metros, garantizándose de este modo la protección contra acoplamiento galvánico.

Otro factor a tener en cuenta a la hora de situar los electrodos, es el perfil del terreno por la importancia en el nivel de humedad de este que, a su vez, influye enormemente en la resistencia de la toma de tierra.

2.8.10 Construcción e Instalación de Tomas a Tierra

La mejor forma de construir una toma de tierra depende de gran número de factores, por ejemplo:

- El tipo de suelo y sus variaciones estacionales.
- Los riesgos de corrosión.
- El peligro de averías mecánicas.
- Los reglamentos vigentes.
- Las necesidades del equipo de telecomunicaciones utilizado.
- Los precios aplicados localmente y la posibilidad de disponer de material adecuados.
- La existencia de herramientas y maquinas apropiadas, asi como mano de obra calificada.

a. Materiales apropiados para la construcción de las tomas de tierra.

En gran número de suelos, el zinc tiende a recubrirse de una película que lo proteja contra la corrosión. En cierto modo, este material puede asegurar también la protección catódica del cobre, el plomo, el estaño y el acero. Por ello, el acero galvanizado puede servir perfectamente para la construcción de electrodos de puesta a tierra si la capa de zinc es suficientemente gruesa. Se recomienda generalmente la aplicación de una capa de 70 μ m como mínimo, pero si el suelo es corrosivo se recomienda aplicar una capa de 100 μ m por lo menos.

El cobre enterrado en el suelo resiste muy bien a la corrosión, pero la posición de este metal en la serie de potenciales electroquímicos es tal que provoca con facilidad de corrosión galvánica del aluminio, del zinc, del acero, del estaño y hasta del plomo si se establece una conexión metálica entre uno de los citados metales y un electrodo de tierra de cobre y si le separa un electrolito (tierra húmeda). A este respecto, los electrodos de

acero revestidos de cobre se comportan exactamente igual que los electrodos de cobre puro.

La conductividad del cobre, mucho mayor que la del acero, hace que su empleo sea especialmente indicado en el caso de conductores y de electrodos de gran longitud, a fin de que la parte de la resistencia de tierra que depende de la resistencia del electrodo sea suficientemente baja. Por desgracia, la gravedad de la corrosión galvánica posible es proporcional a la masa de cobre empleada. Como la tendencia moderna, en lo que respecta a la puesta a tierra de los edificios de centrales, consiste en conectar todos los elementos metálicos del edificio a los salgan de él al colector de tierra, el empleo de cobre exige prestar atención al problema de la corrosión.

Teniendo presente el elevado riesgo de corrosión no se recomienda el acero sin revestimiento protector ni el aluminio para los electrodos de tierra.

b. Valor mínimo de la sección de los electrodos de tierra.

Dada la rigidez mecánica necesaria y la capacidad de descarga de corriente que se ha de preveer, es recomendable por lo general lo siguientes valores aproximados para la sección de los electrodos de tierra:

- Conductores horizontales desnudos:
 - Electrodos de acero galvanizado
 - Conductores de 95mm²
 - Cintas de 100mm² y de 3mm de grosos
 - Electrodos de aceros recubiertos de cobre:
 - Conductores de 50 mm².
 - Electrodos de cobre:
 - Conductores de 16mm²
 - Cintas de 50mm² con un grosor de 2mm.
- Varillas enterradas verticalmente:
 - Electrodos de acero galvanizado.
 - Varillas de 10mm de diámetro.
 - Tubos de 20mm de dimensión comercial.
 - Barras de acero en L, de 50x50x5mm.
 - Barras de acero en U, de 30x33x5mm.
 - Barras de acero en T, de 50x50x6mm.
 - Barras de acero en cruz, de 50x3mm.
 - Electrodos de acero recubiertos de cobre:

- Varillas de acero de 10mm de diámetro recubierta de una capa de cobre de 0.35mm.
- Electrodo de cobre:
 - Varillas de 10 a 20mm de diámetro.
- Electrodo de placa:
 - Placas de acero galvanizado de 3mm de grosos.
 - Placas de cobre, de 2mm de grosos.

c. Conexiones

Si se quiere obtener una resistencia de contacto reducida y estable, es esencial que la conexión entre el electrodo y los conductores sea insensible a la corrosión y a las tensiones debidas, por ejemplo, a las variaciones de temperatura. Además siempre que sea posible se recomienda soldar el conductor al electrodo, pero únicamente cuando sea del mismo material.

Para evitar toda corrosión de las conexiones se recomienda aislarlas del suelo circundante mediante compuesto apropiado y una cinta aislante.

d. Instalaciones de varillas enterradas verticalmente

Generalmente los electrodos de hasta tres metros de longitud pueden introducirse en el suelo con gran facilidad utilizando simplemente un mazo. En el caso de electrodos redondos se ha desarrollado un método que utiliza un martillo de guías colocado sobre el electrodo, de forma que los trabajos puedan efectuarse a un nivel cómodo para el personal sin necesidad de escalera, ni de plataformas auxiliares, además la barra recibe los golpes en un punto próximo al suelo. Métodos especiales permiten introducir a gran profundidad electrodos de varios elementos, si la naturaleza del suelo se presta a ello.

Puesto que normalmente se dispone de energía eléctrica a menudo es posible utilizar martillo eléctrico de preferencia del tipo de los que asestan golpes no muy fuertes más bien que de los que dan golpes espaciados fuertes que pueden dañar la parte superior del electrodo. Si se dispone de equipos adecuados pueden usarse asimismo martillo neumáticos o motor de gasolina.

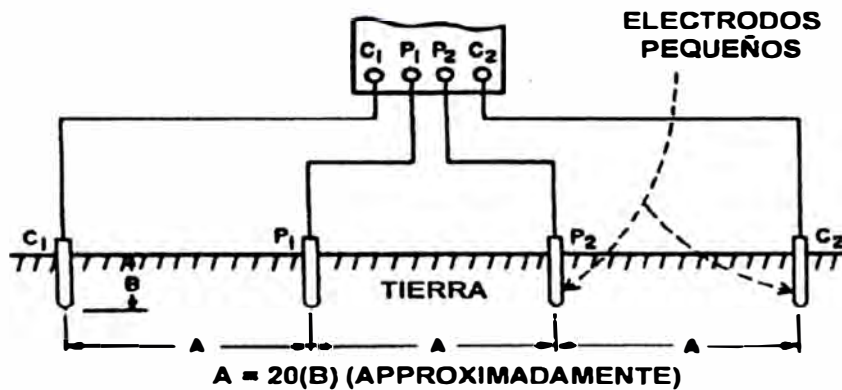
2.8.11 Método Básico para determinar la Resistividad del Suelo

Se introducen superficialmente cuatro electrodos con la misma separación (ver figura 2.8). La profundidad de penetración (b) debe ser menor que el espacio entre los electrodos (a), en donde $a \geq 20b$. Se aplica una corriente conocida entre los dos

electrodos exteriores y se mide el potencial entre el par interior. Luego se utiliza la fórmula 2.1 que permite conocer la resistividad del suelo en ohm – m.

$$\rho = 6.28 * a * (V / I)$$

(2.1)



Método de cuatro picas para medir la resistividad del suelo.

FIGURA 2.8 Medición de la Resistividad de la Tierra.

Una vez conocida la resistividad del suelo se elige entre uno de los métodos a continuación para la reducción de la resistencia eléctrica.

2.8.12 Sistemas de Puesta a Tierra con Dosis Química de Gel

La creciente demanda de puestas a tierra para las protecciones eléctricas y electrónicas cada vez más sensibles han obligado al desarrollo de productos y técnicas más versátiles y eficaces.

Tradicionalmente este tratamiento era hecho de sal común (cloruro de sodio), y carbón, ejecutándolos en capas superpuestas e intercalándolas con tierra cernida. En la práctica ello ha demostrado ser muy inestable y poco eficaz, por su alta corrosión y precipitación química.

Actualmente, con la utilización de las dosis electrolíticas en el tratamiento de puestas a tierra se pueden garantizar óptimos resultados en la reducción de la resistencia eléctrica del suelo con una absoluta estabilidad.

Las dosis electrolíticas forman un material gelatinoso que se introduce en el terreno en ramificaciones, teniendo como eje el electrodo, lo que potencia la superficie de contacto del mismo.

Los resultados obtenidos con el uso de las dosis electrolíticas GEL reducen ostensiblemente la cantidad de electrodos necesitados por otros métodos de tratamiento, permitiendo un ahorro significativo de dinero. La aplicación del GEL en una dosis de 5 Kilogramos reemplaza a 270 Kilogramos de productos convencionales, facilitando enormemente el transporte y el tratamiento químico a realizar, en la nueva puesta o en el mantenimiento de las existentes, ya sea por disolución o por espolvorización.

El GEL, es un producto químico que reduce notablemente la resistencia óhmica de tierra, ofreciendo una estabilidad química, higroscópica y eléctrica por cuarenta y ocho meses, además de no ser corrosivo, los electrodos tratados con el producto GEL, tendrán una vida media de 2 a 2.5 décadas, realizando con GEL. un mantenimiento químico periódico cada 48 meses.

La eficiencia en la reducción de la resistencia eléctrica de las puesta a tierra tratadas químicamente con GEL permiten reducciones hasta en un 95% siempre que en ellas se consideren factores especiales, tales cómo: el área de contacto del electrodo, el zarandeo del terreno del pozo. En los casos de terreno de muy alta resistividad eléctrica, se ha de reemplazar el terreno del pozo por otro de resistividad eléctrica baja. Esta técnica ha demostrado extraordinarios resultados en áreas donde las resistencias óhmicas de tierra a obtenerse eran de uno a 5 ohms, y que factores de poco espacio era imposible ejecutaras por los métodos convencionales.

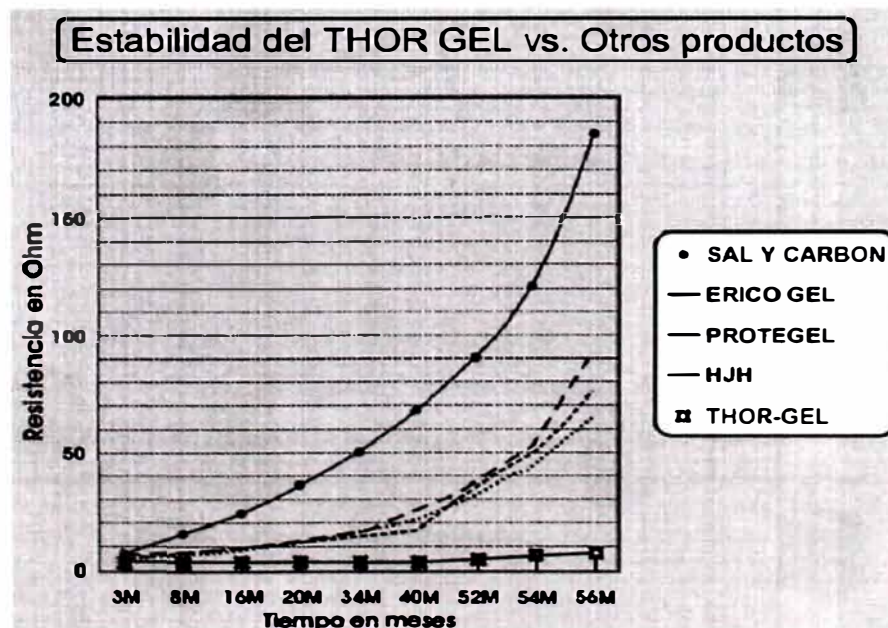


FIGURA 2.9 Estabilidad del GEL

En otros casos donde las puestas a tierra son realizadas con electrodos tradicionales de diámetros de 5/8" ó 3/4" y longitudes de 2 a 3 metros, los resultados también han sido muy satisfactorios, pues la reducción de la resistencia eléctrica a sido de 66.66% para terrenos de mayor resistividad de un 40% para los de menos resistividad eléctrica; siendo este ultimo superior en 15% en la reducción de la resistencia que presentara con el tratamiento convencional de sal y carbón, con un máximo de reducción de 25%, además de no permitir una estabilidad química e higroscópica y eléctrica; causando además una muy alta corrosión y precipitación del cloruro de sodio.

En la figura 2.9 se muestra un gráfico de la estabilidad del GEL en Resistencia vs. Tiempo en meses.

2.9 Red Virtual Privada VPN

Una red privada virtual (VPN) conecta los componentes de una red sobre otra red. Las VPNs logran esto al permitir que el usuario haga un túnel a través de Internet u otra red pública de tal forma que permita a los participantes del túnel disfrutar de la misma seguridad y funciones que antes sólo estaban disponibles en las redes privadas (ver Figura 2.10).

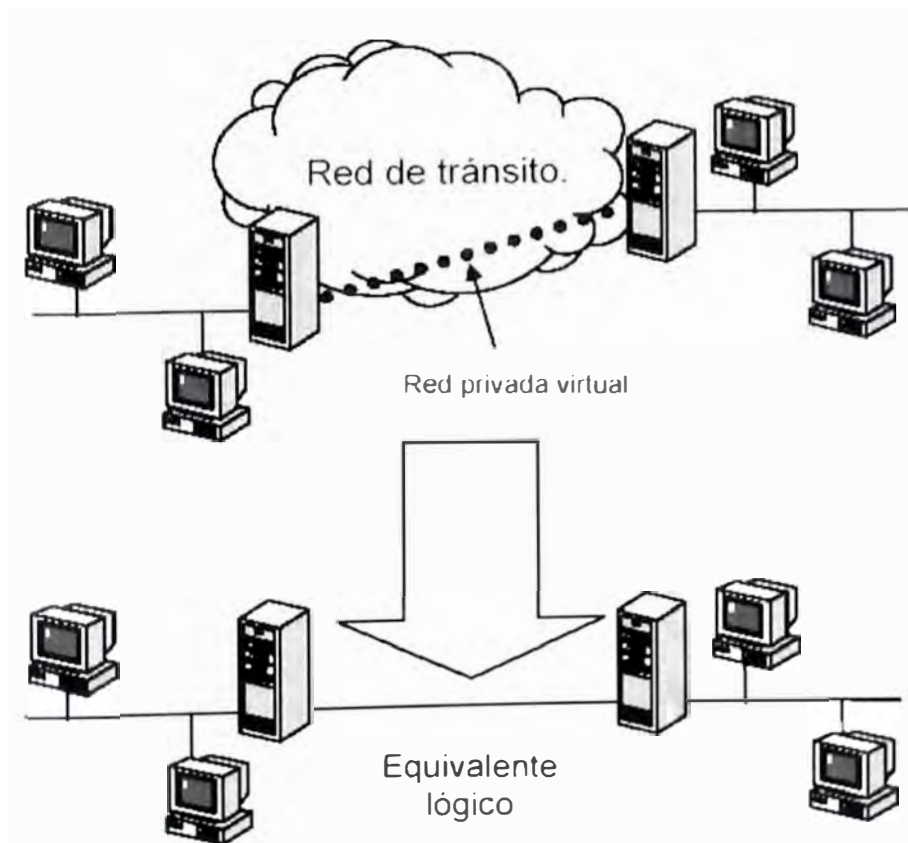


FIGURA 2.10 Red Privada Virtual

2.9.1 Tipos de VPN

Básicamente existe tres tipos de redes VPN:

VPN de Acceso Remoto.- Es quizás el modelo más usado actualmente y consiste en usuarios o proveedores que se conectan con la empresa desde sitios remotos (oficinas comerciales, domicilios, hoteles, aviones preparados, etcétera) utilizando Internet como vínculo de acceso. Una vez autenticados tienen un nivel de acceso muy similar al que tienen en la red local de la empresa. Muchas empresas han reemplazado con esta tecnología su infraestructura dial-up (módems y líneas telefónicas).

VPN Punto a Punto.- Este esquema se utiliza para conectar oficinas remotas con la sede central de la organización. El servidor VPN, que posee un vínculo permanente a Internet, acepta las conexiones vía Internet provenientes de los sitios y establece el túnel VPN. Los servidores de las sucursales se conectan a Internet utilizando los servicios de su proveedor local de Internet, típicamente mediante conexiones de banda ancha. Esto permite eliminar los costosos vínculos punto a punto tradicionales, sobre todo en las comunicaciones internacionales. Es más común el punto anterior, también llamada tecnología de túnel o tunneling (Ver la figura 2.11).

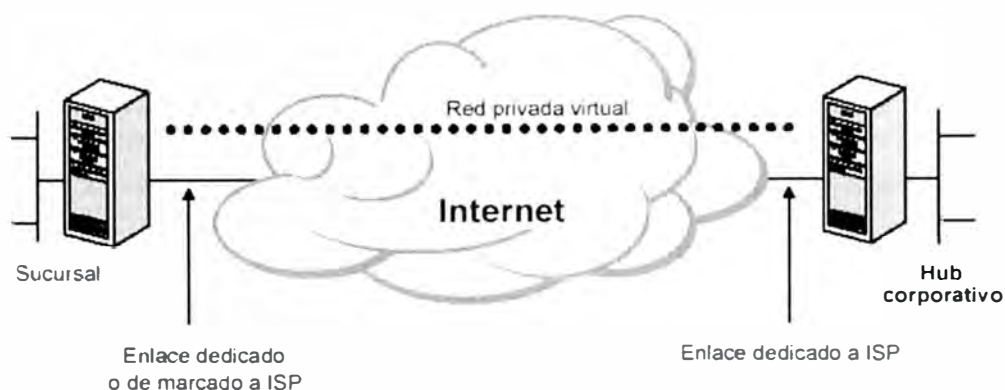


FIGURA 2.11 VPN Punto a Punto

Tunneling.- Esta técnica consiste en abrir conexiones entre dos máquinas por medio de un protocolo seguro, como puede ser SSH (Secure SHell), a través de las cuales se realizarán las transferencias inseguras, que pasarán de este modo a ser seguras. De esta analogía viene el nombre de la técnica, siendo la conexión segura (en este caso de ssh) el túnel por el cual se envían los datos para que nadie más aparte de los interlocutores que se sitúan a cada extremo del túnel, pueda ver dichos datos. Este tipo de técnica requiere de forma imprescindible tener una cuenta de acceso seguro en la máquina con la que se quiere comunicar los datos (Ver la figura 2.12).

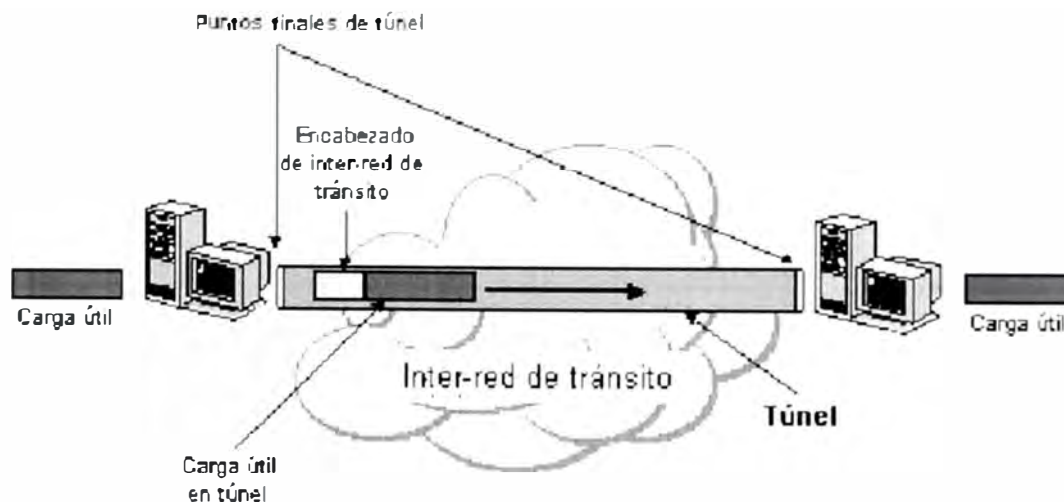


FIGURA 2.12 Tunneling

2.9.2 Seguridad en las redes VPN

Debido a que Internet facilita la creación de VPNs desde cualquier lugar, las redes necesitan fuertes funciones de seguridad para evitar el acceso no deseado a redes privadas y proteger los datos privados cuando viajan a través de redes públicas.

a. **Encriptación simétrica vs. encriptación asimétrica (Llaves privadas vs. llaves públicas).**

La encriptación simétrica o de llave privada (también conocida como encriptación convencional) está basada en una llave secreta que comparten ambas partes que se comunican. La parte emisora utiliza la llave secreta como parte de la operación

Se utilizan algoritmos matemáticos para encriptar (o codificar) texto plano a texto cifrado. La parte receptora utiliza la misma llave secreta para desencriptar (o descifrar) el texto cifrado a texto plano. Ejemplos de los esquemas de encriptación simétrica son el algoritmo RSA RC4 (que proporciona la base de Microsoft Point-to-Point Encryption (MPPE), el Estándar de encriptación de datos (DES), el Algoritmo de encriptación de datos internacional (IDEA) y la tecnología de encriptación Skipjack propuesta por el gobierno de Estados Unidos (e implementada en el Chip Clipper).

La encriptación asimétrica o de llave pública utiliza dos llaves diferentes para cada usuario: una es una llave privada conocida sólo por este usuario; la otra es una llave pública correspondiente, que es accesible para todos. Las llaves privadas públicas están matemáticamente relacionadas con el algoritmo de encriptación. Se utiliza una llave para encriptación y la otra para la desencriptación, dependiendo de la naturaleza del servicio de comunicación que se esté implementando.

Además, las tecnologías de encriptación de llaves públicas permiten que se coloquen firmas digitales en los mensajes. Una firma digital utiliza la llave privada del remitente para codificar alguna parte de los mensajes. Cuando se recibe el mensaje, el receptor utiliza la llave pública del remitente para descifrar la firma digital como una manera de verificar la identidad del remitente.

b. Certificados

Con la encriptación simétrica, tanto el remitente como el destinatario cuentan con una llave secreta compartida. La distribución de la llave secreta debe ocurrir (con la protección adecuada) antes de cualquier comunicación encriptada. Sin embargo, con la encriptación asimétrica, el remitente utiliza una llave privada para encriptar o firmar digitalmente los mensajes, mientras que el receptor utiliza una llave pública para descifrar estos mensajes. La llave pública puede distribuirse libremente a todos los que necesiten recibir mensajes encriptados o firmados digitalmente. El remitente necesita proteger cuidadosamente sólo la llave privada.

Para garantizar la integridad de la llave pública se publica con un certificado. Un certificado (o certificado de llave pública) es una estructura de datos que está firmada digitalmente por una autoridad certificadora (CA); una autoridad en la que los usuarios del certificado pueden confiar. El certificado contiene varios valores, como el nombre y el uso del certificado, la información que identifica al propietario de la llave pública, la llave pública misma, una fecha de expiración y el nombre de la autoridad certificadora. La CA utiliza su llave privada para firmar el certificado.

Si el receptor conoce la llave pública de la autoridad certificadora, el receptor puede verificar que el certificado sea, en efecto, de esa CA y, por lo tanto, que contiene información confiable y una llave pública válida. Los certificados se pueden distribuir de manera electrónica (a través de acceso al Web o correo electrónico), en tarjetas inteligentes o en discos flexibles.

En resumen, los certificados de llaves públicas proporcionan un método conveniente y confiable para verificar la identidad de un remitente. IPSec puede utilizar de manera opcional este método para la autenticación de extremo a extremo. Los servidores de acceso remoto pueden utilizar certificados de llave pública para la autenticación de usuarios, como se describe en la sección "Seguridad a nivel de transacción (EAP-TLS).

c. Seguridad a nivel de transacción (EAP-TLS)

La EAP-TLS ha sido presentada ante el IETF como una propuesta proyecto para un fuerte método de autenticación basado en certificados de llaves públicas. Con la EAP-TLS, un cliente presenta un certificado de usuario a un servidor de marcación, mientras

que al mismo tiempo, el servidor presenta un certificado de servidor al cliente. El primero proporciona una sólida autenticación de usuario al servidor; el segundo proporciona la garantía de que el usuario ha llegado al servidor que esperaba.

Ambos sistemas dependen de una cadena de autoridades confiables para verificar la validez del certificado ofrecido. Se puede almacenar el certificado del usuario en la PC del cliente de marcación, o se puede almacenar en una tarjeta inteligente externa.

En ambos casos, no se puede tener acceso a certificados sin alguna forma de identificación de usuario (número NIP o intercambio de nombre/contraseña) entre el usuario y la PC cliente.

Este enfoque cumple con el criterio de "algo que sabes más algo que tienes" que recomiendan la mayoría de los expertos en seguridad. La EAP-TLS es un método EAP específico que se implementará en Microsoft Windows 2000. Al igual que MS-CHAP, EAP-TLS devolverá una llave de encriptación para activar la encriptación de datos subsecuentes por MPPE.

d. Seguridad IP (IPSec)

La Seguridad de Protocolo de Internet (IPSec) fue diseñada por el IETF como un mecanismo de extremo a extremo para garantizar la seguridad de los datos en comunicaciones basadas en IP. Se ha definido a IPSec en una serie de RFCs, especialmente RFCs 1825, 1826 y 1827, las cuales definen la arquitectura global, un encabezado de autenticación para verificar la integridad de los datos, y Carga útil de seguridad de encapsulación tanto para la integridad de los datos como para la encriptación de los mismos.

La IPSec define dos funciones que aseguran la confidencialidad: encriptación de datos e integridad de datos. Como lo definió Internet Engineering Task Force, IPSec utiliza un Encabezado de autenticación (AH) para proporcionar la autenticación e integridad de la fuente sin encriptación, y la Carga útil de seguridad encapsulada (ESP) para proporcionar la autenticación y la integridad junto con la encriptación.

Con la Seguridad IP, sólo el remitente y el receptor conocen las llaves de seguridad. Si los datos de autenticación son válidos, el receptor sabe que la comunicación provino del remitente, y que no se cambió en su tránsito.

Se puede considerar que IPSec es un nivel inferior a la pila TCP/IP. Este nivel está controlado por una política de seguridad en cada equipo y una asociación negociada de seguridad entre el remitente y el receptor. La política consiste en un conjunto de filtros y comportamientos de seguridad asociados. Si la dirección IP, el protocolo y el número de

puerto de un paquete corresponde con un filtro, entonces el paquete está sujeto al comportamiento de seguridad asociado.

e. Encabezado de autenticación

La integridad de los datos y la autenticación de los mismos para las cargas útiles IP pueden proporcionarse por medio de un encabezado de autenticación localizado entre el encabezado IP y el encabezado de transporte. El encabezado de autenticación incluye los datos de autenticación y un número de secuencia, los cuales se usan conjuntamente para verificar el remitente, asegurar que el mensaje no se haya modificado en el tránsito y evitar un ataque de reproducción.

El encabezado de autenticación IPSec no proporciona encriptación de datos; se pueden enviar mensajes de textos transparentes y el encabezado de autenticación asegura que se hayan originado en un usuario específico y no se hayan modificado en el tránsito.

f. Encabezado de seguridad de encapsulación

Tanto para la confidencialidad como para la protección de los datos de la captura de un tercero, la Carga útil de seguridad de encapsulación (ESP) proporciona un mecanismo para encriptar la carga útil IP. La ESP también proporciona servicios de autenticación e integridad de los datos; por lo tanto, los encabezados de la ESP son una alternativa a los encabezados AH en los paquetes IPSec.

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN

3.1 Alternativas de Solución.

Actualmente en el mercado existen soluciones de fabricantes como Inelcom e Insitel.

3.1.1 Descripción general de la Solución de Inelcom

La plataforma desarrollada por Inelcom se denomina ISAC y están implementadas en Telefónica Chile y Telefónica Brasil con logros importantes en la reducción del robo de cable.

Sistema de monitoreo que cuenta con un centro de control centralizado en dependencias del operador, en este centro de control se detectan las intrusiones en la red (cables, armarios y edificios) las que se comunican automáticamente, vía terminal de computador, a las personas que deban intervenir directamente para actuar en cada intrusión. Cada intrusión es identificada y ubicada en una dirección física que permita llegar al lugar con rapidez.

El sistema está compuesto de los siguientes elementos:

- Sistema centralizado de Control o Gestión
- Terminales de Planta, compuestos a por:
 - o Módulo de Comunicaciones
 - o Módulos de medidas para detectar corte del cable monitoreado
 - o Módulos para detectar y permitir apertura de Armarios y acceso a Edificios
- Sensores de Apertura de puertas de Armarios y de Edificios
- Lectores de proximidad en el Armario y en cada Edificio
- Módulos de Compresión de Vídeo
- Cámaras de circuito cerrado de televisión.

Para la detección de cortes en los cables de pares de cobre, considera una Tabla de referencias de distancias para cada cable monitoreado, la que contendrá, producto de sistema mediciones efectuadas durante la implantación del sistema, información existente de distancias en los planos de la planta externa y extrapolaciones de estas

informaciones, la distancia (métrica y eléctrica) desde el MDF a diferentes puntos singulares del cable (direcciones, intersecciones de calles, buzones, armarios, cajas terminales, etc.), la que permite comunicar con esta precisión, la ubicación del corte en un cable (Ver figura 3.1)

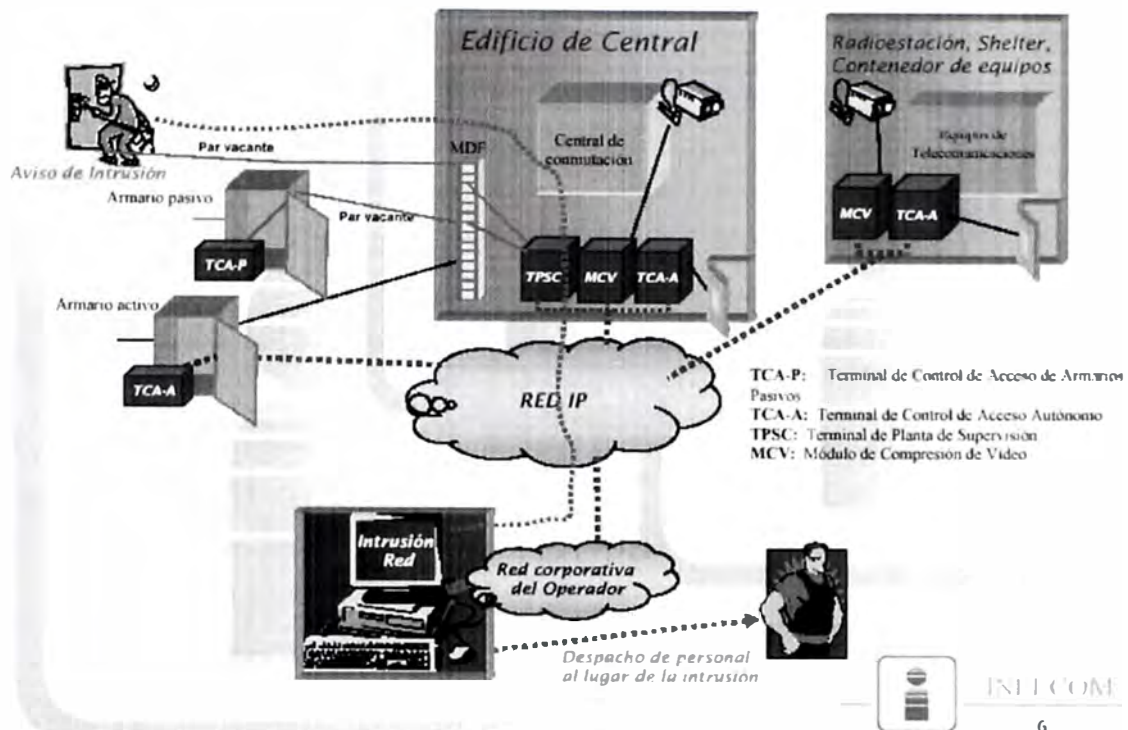


FIGURA 3.1 Solución de Inelcom

La funcionalidad del sistema se agrupan en:

- Supervisión de cables
- Acceso a armario y edificios.
- Sistema de circuito cerrado por televisión.
- Generales.

a. Supervisión de cables

Consta de:

- Gestión de cables (alta, baja, modificación).
- Gestión de puntos singulares asociados a la ruta de un cable (alta baja alta, baja, modificación).
- Control en tiempo real de cortes de cables o cortocircuitos u otra condición eléctrica en que quede el cable luego de la intrusión.
- Generación de alarma en caso de detección de corte de cable o cortocircuitos. Posibilidad de supervisión en tiempo real de un cable, forzando medidas continuas sobre ese cable.

- Configuración de parámetros del cable.
- Visualización esquemática de las rutas de los cables.
- Indicación visual de alarmas en la ruta de los cables, en caso de un corte se muestra la distancia desde el TPSC y la distancia desde el punto singular más cercano.
- Histórico de incidencias en un cable.

b. Acceso a Armario y Edificios

Consta de:

- Gestión de Armarios (alta, baja, edición).
- Control en tiempo real de acceso a Armarios Pasivos y Activos Edificios y Activos, Contenedores.
- Identificación de contratista u operarios mediante dispositivo de identificación con clave.
- Flexibilidad de autorización de acceso Posibilidad para autorizar claves para cada acceso. central.
- Asignación de horario y fecha de caducidad de las claves.
- Posibilidad de supervisión en tiempo real del armario.
- Representación esquemática de cada elemento de planta y su estado.
- Generación de consultas de accesos mediante filtros.
- Generación de consulta de inventario de armarios.
- Teleapertura.

c. Sistema de circuito cerrado de televisión

Consta de:

- Grabación de los accesos a las centrales, asociando esta grabación a su correspondiente anotación de acceso, permitiendo la visualización de dichas grabaciones en cualquier momento.
- Desde el Centro de Control es posible visualizar en tiempo real las imágenes captadas por 4 cámaras de manera simultánea.
- La visualización se puede arrancar por orden directa, automáticamente a partir de la detección de algún estado de alarma o por programación temporal.
- Grabación del vídeo comprimido de cámaras de manera simultánea. Duración programable. Las grabaciones pueden ser disparadas por orden directa, por programación temporal o automáticamente al detectar un cambio en alguna entrada de alarma. Estas grabaciones pueden ser posteriormente visualizadas
- Desde el Centro de Control es posible configurar los parámetros de brillo, contraste y saturación.

- Se pueden Importar, borrar o visualizar grabaciones en el Módulo de Compresión de Vídeo.
- Desde el Centro de Control es posible visualizar y eliminar grabaciones previamente importadas desde los Módulos de Compresión de Vídeo.
- Se pueden programar, modificar y eliminar secuencias para vídeo-rondas.

d. Generales

Consta de:

- Control de acceso al Sistema de Supervisión.
- Gestión de usuarios de acceso al Sistema de Supervisión Posibilidad de establecer Supervisión. perfiles y grupos de usuarios.
- Tele carga de Software de Equipos.
- Configuración de parámetros del sistema.
- Informe de Salud de los distintos equipos en supervisión.
- Interacción entre la representación gráfica de árbol y esquema. Seleccionando un elemento se visualiza su ubicación en el esquema.
- Informe histórico y estadístico.
- Autocomprobación (técnica) permanente del Sistema.
- Visualización de alarmas en formato de texto.
- Flexibilidad de ubicación de cada una de las máquinas del Centro de Control.
- Listado de Alarmas generadas en tiempo real.
- Consulta de Histórico de Alarmas.
- Descripción detallada de cada alarma con instrucciones y procedimientos a seguir.

Destaca entre sus características importantes que sus equipos son modulares y expandibles de acuerdo a la necesidad.. Adicionalmente puede agregarse otros servicios de seguridad como es el control de acceso para los armarios, control de acceso para edificios administrativos y circuito cerrado de televisión.

La alimentación eléctrica para estos equipos es de -48Vdc, el cual es una alimentación eléctrica que usan los equipos de telecomunicaciones en las centrales telefónicas y cuentan con el respaldo de una banco de baterías no siendo necesario la inclusión de ningún equipo adicional para convertir la alimentación eléctrica.

3.1.2 Descripción general de la Solución de Insitel

La plataforma desarrollada por Insitel se denomina Sigar IV y esta implementada en varias empresas de telecomunicaciones de Colombia y Uruguay, cuenta entre sus

principales características que sus equipos son basados en PC, en cada central telefónica se instala un PC quien recibe las señales de los módulos por puertos serial. Los cables que supervisan tienen que estar con servicio. La tabla 3.1 muestra la comparación entre tecnologías ISAC y Sigar IV.

3.1.3 Comparación de los sistemas

En la tabla 3.1 se muestra los características y comparaciones mas relevantes.

TABLA 3.1 Comparación entre tecnologías ISAC y Sigar IV

CARACTERÍSTICA	ISAC	SIGAR IV
Capacidad de supervisión de cables por Terminal	480	240
Modular	Si	No(basado en PC)
Sistema Operativo del Terminal	Unix embebido (Stand Alone)	Windows 98
Alimentación eléctrica	- 48Vdc	220Vac
Medio de transmisión	TCP/IP, LPP, PSTB	TCP/IP
Programación en campo	Uso de computadora personal portátil	Panel frontal (opcionalmente usando PC)
Hardware del servidor	Plataforma SUN FIRE	Plataforma HP ó IBM
Sistema operativo del servidor	Sun Solaris	Windows Server 2003
Base de datos	Oracle	Msql Server
Presentación Grafica	Aplicación de entorno grafico. Opcional GIS.	Interface Web con Autocad

3.2. Solución del Problema

El proyecto abarca la tarea de supervisar 250 centrales telefónicas que cuentan con el mayor índice de robo de cables a nivel nacional.

Por cada central telefónica se supervisara hasta 48 pares de cable, los pares de cable supervisaran en muchos casos una misma red primaria, pero distintas redes secundarias. De esta forma se abarcará el máximo de cables telefónicos de planta externa de una central telefónica.

En cada central telefónica se instalará una terminal de planta de supervisión de cable (TPSC) el cual contendrá los equipos de control, medición y comunicación. La alimentación eléctrica de estos equipos es de -48Vdc energía que será suministrada por la misma fuente que alimenta los equipos de telecomunicaciones.

Se implementará una red IP-VPN entre todas las centrales telefónicas y el centro de operación y mantenimiento (COM) sobre servicios Speedy de Telefónica, permitiendo una comunicación rápida y segura.

En el COC se tendrá un Servidor que procesará todas las señales y dos puestos de operación; un puesto será para el departamento de seguridad quienes monitorearán el sistema las 24 horas y ante un incidente de robo se dispondrán los refuerzos al lugar exacto. El otro puesto de operación será en Área de Operaciones de Planta Externa quienes tendrán las señales de las averías en tiempo real para coordinar la reposición en el menor tiempo posible.

Para la detección de cortes de cables de pares de cobre, se considera una tabla de Referencias de Distancias para cada cable monitoreado, la que contendrá, producto de mediciones efectuadas durante la implantación del sistema, información existente de distancias en los planos de la planta externa y extrapolaciones de estas informaciones, la distancia (métrica y eléctrica) desde el MDF a diferentes puntos singulares del cable (direcciones, intersecciones de calles, Cámaras, Armarios, Cajas Terminales, etc.), la que permite comunicar con esta precisión, la ubicación del corte en un cable.

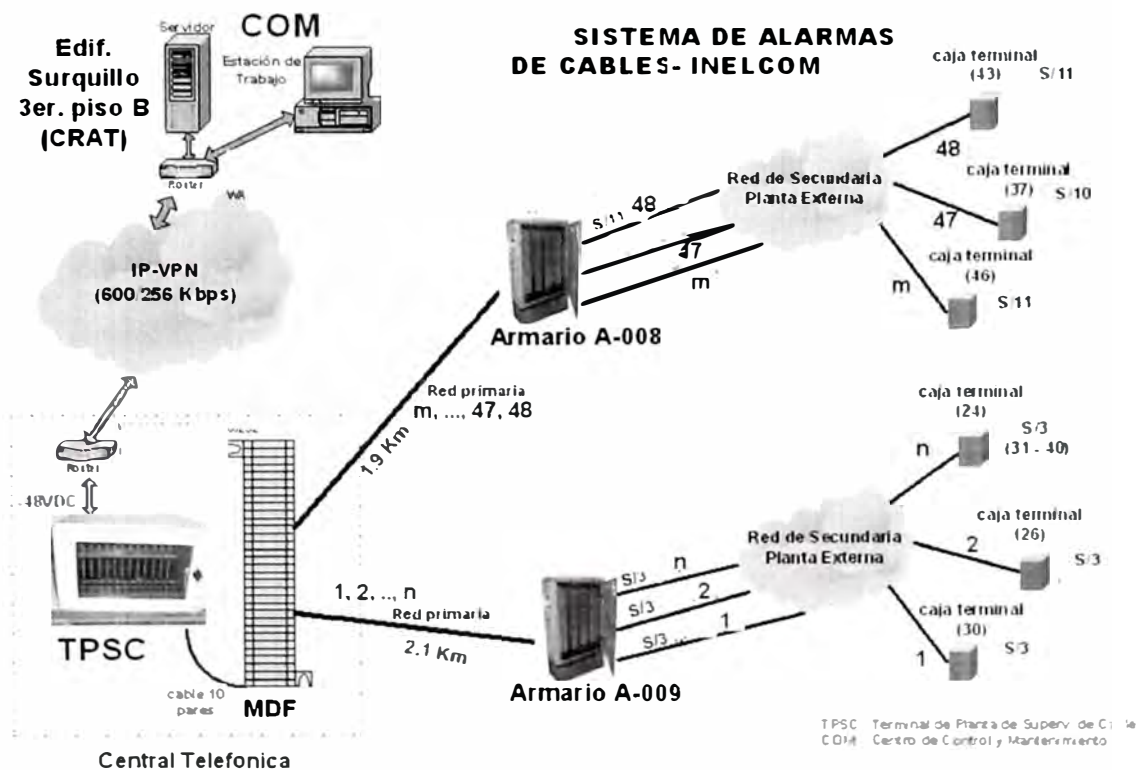


FIGURA 3.2 Estructura

Cómo se indicó, cada TPSC cuenta con un módulo de selección, medición y comunicación.

El terminal de planta de supervisión se comunicará con el servidor mediante una red de comunicaciones IP, se creará entre todas las centrales telefónicas y el centro de operación y mantenimiento una red VLAN (ver figura 3.2).

En una red de planta externa todos los pares no están asignados a abonados, siempre queda cables de reserva, por lo tanto se podrá aprovechar estos cables para el sistema propuesto. Se asignará un cable de reserva para la supervisión por cada red secundaria.

3.3 Descripción de Equipos.

En esta sección se describen los equipos del sistema. Estos son:

- Bastidor y armazón del terminal de planta de supervisión de cables.
- Módulo de comunicación y fonía (MCF-IP).
- Módulos para supervisión de cables (MSC y MAP)
- Servidor.
- Sistema operativo Solaris.
- Base de datos Oracle.

3.3.1 Bastidor y Armazón del Terminal de Planta de Supervisión de Cables

Es un bastidor mural en el que está ubicado un armazón normalizado (figura 3.3).

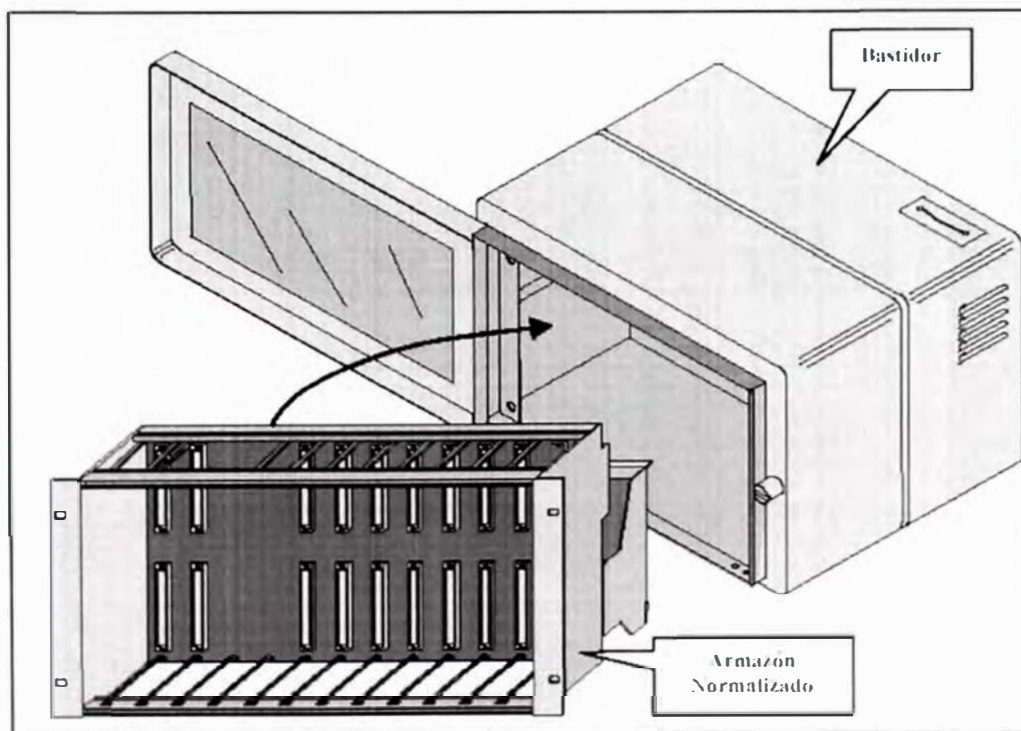


FIGURA 3.3 Bastidor y Armazón.

En este bastidor se equipan los siguientes tipos de módulos, cada uno con una funcionalidad concreta:

- Módulo de comunicación y fonía (MCF-IP).
- Módulo para supervisión de cables:
 - o Módulo de medidas analógicas reducido (MSC).
 - o Módulo de acceso a pares (MAP)..

3.3.2 Módulo de Comunicación y Fonía (MCF-IP)

El módulo MCF-IP se encarga de la comunicación con el COM (Ver figura 3.4). Este módulo tiene la posibilidad de ser equipado con distintos interfaces de comunicación que permiten utilizar Red IP, líneas telefónicas y enlace punto a punto. En esta aplicación se utiliza la variedad con Interfaz IP sobre Ethernet, para conectarlo a un Switch Ethernet o Router externo que le permita acceder a la Red IP.

Este módulo es el encargado de enviar toda la información que generan los módulos de supervisión (MSC y MAP) y con este mismo módulo se puede cambiar los parámetros del MSC remotamente desde el COM o cualquier punto de la Red IP VPN.



FIGURA 3.4 Módulo MCF-IP ICOR202.I.

3.3.3 Módulos para supervisión de Cables (MSC y MAP)

La función de supervisión de cables la realizan el módulo MSC y uno varios MAP, la monitorización de cables se lleva a cabo realizando medidas eléctricas, de forma cíclica y continúa sobre uno o varios pares libres de cada cable de planta externa. De esta forma puede estimarse con precisión la longitud y detectar en cualquier momento un corte y la distancia desde la central en el cable donde ha sido cortada.

Para que las mediciones eléctricas sean valores reales se tiene que tener un buen sistema de toma de tierra en cada central telefónica e interconectada en un mismo punto equipotencial, el módulo MSC realiza medidas de resistencia y capacitancia respecto a tierra. En la siguiente sección (3.4) "Protocolos de Pruebas" se detallan las mediciones.

Cuando se da de alta un cable para ser supervisado, se asigna unos parámetros de resistencia y capacitancia por Km. (Ver figura 3.5). Estos valores los da el fabricante de los cables.

FIGURA 3.5 Alta de Cables

Por ejemplo estos valores pueden ser:

- Capacidad AB = 50nF (Capacidad entre hilos)
- Resistencia/Km = 300 Ohmios (Resistencia por Kilometro)
- Capacidad AB-T/Km = 85 nF (Capacidad Hilos Tierra por Kilometro)

Con los valores anteriores se toma unos valores de referencia por cada cable supervisado, cada medición será comparado son estos valores de referencia y de acuerdo a la tolerancia dada se discriminara si es una corte de cable real (Ver figura 3.6).

inelcom [172.30.59.122]

Archivo Configuración Medidas Alarmas Opciones Ayuda

CABLES | ARMARIO-TCA

CONFIGURACION PARES
 MMA: [1] MAP: [10] Entrada: [1] Cable: [Cable 1] Grupo: [1] Par: [1] **Añadir**

LISTA DE PARES SUPERVISADOS

MMA	MAP	Ent.	Cable	Grupo	Par	Umbral C.Inf.	Umbral C.Sup.	Umbral A.	Longitud
1	10	1	Cable 1	1	1	173.9	192.1	10000	2714
1	10	2	Cable 1	1	2	126.3	139.6	10000	2714

REFERENCIA

Capacidad (A-B) Total del Par: 183.0 nF
 Capacidad (AT) + (BT) Total del Par: 632.0 nF
 Capacidad AB /Km : 49 nF
 Longitud: 3735 m
 Aislamiento/Km: 300 Ohm
 Capacidad HT /Km : 80 nF

UMBRALES

Umbral L.Capac. AB(95% de Medida): 173.9 nF
 Umbral H.Capac. AB(105% de Medida): 192.1 nF
 Umbral Aislamiento AB: 10000 KOhm
 Umbral Tensión C. AB: 1 V
 Umbral Tensión A. AB: 4 V
 Umbral de Corto: 1344 Ohm

FIGURA 3.6 Valores de Referencia

También se tiene que indicar la sistema las tolerancia o umbrales por que hay que tener en cuenta que estos cables están en la intemperie y están expuestas a los cambio climáticos los cuales pueden alterar los parámetros eléctricos de los cables. Cómo se aprecia en la figura 3.7 generalmente se da una tolerancia de +/- 5%.

Medida de un par

MEDIDA

MMA: [1] MAP: [10] Entrada: [1]

	AB	AT	BT	
R	>50MOhm	>50MOhm	>50MOhm	KOhm
C	186.0	320.0	320.0	nF
Vac	0.1	0.1	0.1	V
Vdc	-0.4	-2.4	0.1	V

UMBRALES

Se programará el siguiente umbral con la medida de capacidad obtenida:

Umbral Inf. capacidad (1): 176.7 nF
 Umbral Sup. capacidad (2): 195.3 nF

(1) 95% de la capacidad AB medida
 (2) 105% de la capacidad AB medida

Introducir umbral de aislamiento:
 Umbral aislamiento: 10000 KOhm

Programar Par **Cerrar**

FIGURA 3.7 Valores de Tolerancia

Las posibles situaciones eléctricas de avería, que son detectadas por el sistema en la que puede quedar un par producto de un corte son:

- Circuito abierto limpio, es la situación más habitual.
- Cortocircuito limpio entre hilos o bajo aislamiento entre hilos.
- Contacto de un hilo del par con otro par en servicio (con o sin cortocircuito entre hilos).
- Contacto a pantalla (tierra) con o sin cortocircuito entre hilos.

En cualquiera de las anteriores situaciones, ante un cambio de longitud del par o la detección de un bajo aislamiento se genera una alarma hacia el Centro de Operaciones y Mantenimiento (COM).

Para que el sistema pueda estimar correctamente la longitud es indispensable que el par libre no este mutilado en ningún punto de su ruta.

Como se muestra en la figura 3.8, el módulo de selección de pares (MAP) es una matriz de conexiones con 48 entradas y una salida, de tal manera que pueda una (o ninguna) de sus entradas hacia la salida. En las entradas se conectan los pares supervisados.

La conexión que se realiza entre la entrada y la salida es metálica (a través de relés electromecánicos), la selección de las entradas a conmutar se la indica el MSC en cada momento.

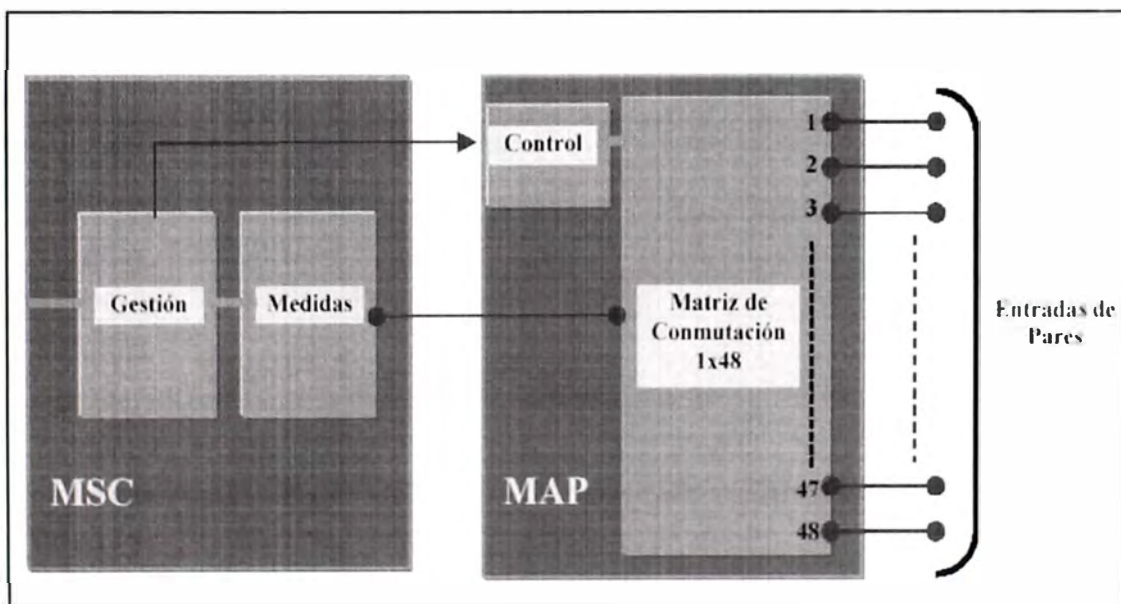


FIGURA 3.8 Bloques del MSC y el MAP

Pueden disponerse varios MAP en paralelo (hasta 10 por armazón) de tal manera que la capacidad de selección para N módulos es: $N \times 48$ pares.

El módulo de supervisión de cables (MSC) realiza medidas eléctricas continuas sobre los pares libres de los cables supervisados, siendo el módulo de acceso a pares (MAP) quien selecciona y conmuta hacia el MSC el par que se va a medir (Ver figura 3.9).

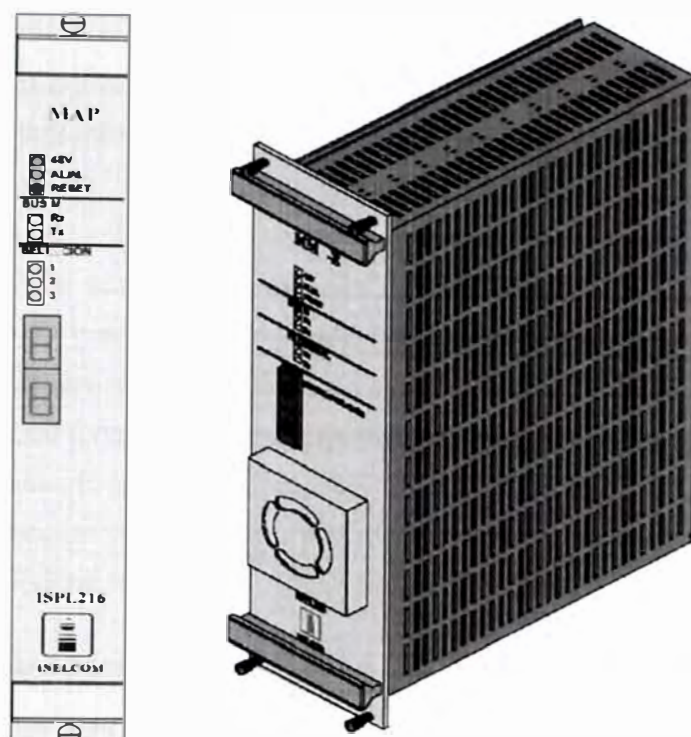


FIGURA 3.9 Módulos MSC y MAP

3.3.4 Servidor

El servidor tiene que ser alto rendimiento diseñado para trabajar grandes cargas de trabajo, que permita una escalabilidad en su capacidad e instalación en rack. Las principales características del servidor son:

- Procesador:
- Velocidad del procesador.
- Tecnología del procesador.
- Memoria.
- Almacenamiento:
 - o Disco interno:
 - o Disco externo:
- Networking:
- Energía:
 - o Alimentación eléctrica:
 - o Temperatura de operación:
- Sistema Operativo.

3.3.5 Sistema Operativo Solaris

Solaris es un sistema operativo desarrollado por Sun Microsystems, es un sistema reconocido oficialmente como versión de Unix. Entre las características importantes se tienen:

- Portabilidad.- El software conformado por una ABI aplicación de interfaces binaria (Application Binary Interface) ejecuta con un Shrink-wrapped (Contracción envuelta) el software en todos los sistemas vendidos con la misma arquitectura del microprocesador.
- Escalabilidad.- Las aplicaciones se usan con más frecuencia en el sobre tiempo, y requiere sistemas más poderosos para soportarlos. Para operar en un ambiente creciente, el software debe ser capaz de ejecutar en un rango de ancho poderosos y debe ser capaz de tomar ventajas del poder adicional que se está procesando.
- Interoperabilidad.- El sistema operativo de Solaris puede interoperar con unos sistemas muy populares hoy en el mercado, y aplicaciones que se ejecutan en UNIX se pueden comunicar fácilmente.

3.3.6 Base de datos Oracle.

Oracle es un sistema de gestión de base de datos relacional, dentro de sus principales características se tienen:

- Soporte de transacciones.
- Estabilidad.
- Escalabilidad.
- Soporte multiplataforma.

3.4 Protocolo de Pruebas del Subistema de Aceptación

A continuación se describe las distintas pruebas a las que se someterá el sistema para detectar las posibles averías causadas por intento de robo o sabotaje en un cable de pares, los cuales son:

- Par abierto.
- Hilo del par en contacto con pantalla o tierra.
- Cortocircuito o falta de Aislamiento entre hilos.
- Hilo del par en contacto con hilo de otro par.
- Tensión en el par (debido al contacto con otro par en uso)

En la figura 3.10 se muestra el circuito eléctrico para simular 1Km de par de cobre de sección 0,4mm con blindaje.

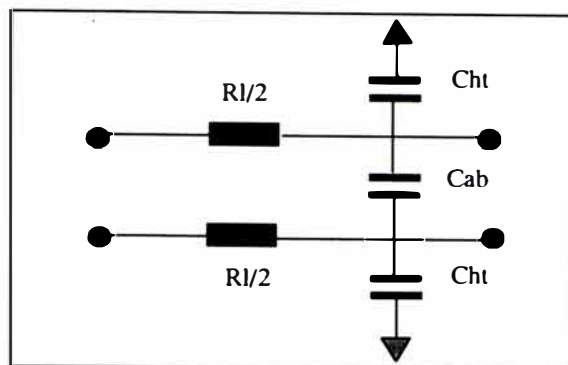


FIGURA 3.10 Circuito eléctrico de simulación de par de cobre

Donde:

- $RI/2 = 150$ ohm., $RI = 300$ ohm. Resistencia por Km del par.
- $Cab = 15$ nF, capacidad entre hilos por Km.
- $Cht = 68$ nF, capacidad hilos a tierra por Km.

Con esta estructura de capacidad equivalente obtenidas, que se obtienen por Km de cable deben ser:

- $Cabm = Cab + Cht/2 = 49$ nF/Km.
- $Catm, Cbtm = Cht + (Cab * Cht)/(Cab + Cht) = 80$ nF/Km.

Al realizar la maqueta con condensadores y resistencias hay que asumir las tolerancias de estos, que siempre serán peor que las de un cable real.

Tener en cuenta que el MMA-E utiliza tensiones de 100 V para realizar las medidas eléctricas, además se realizarán pruebas con tensiones por las que los condensadores deben tener un rango de 250V.

En las pruebas se utilizarán montajes basados en la sección de par descrita, para poder simular diferentes longitudes.

3.4.1 Detección de Par Abierto.

Simular un par de 4 Km sección 0,4 mm con blindaje con cuatro secciones de 1 Km, conectándolo a una entrada del MAP. Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas. En la aplicación configurar los parámetros de este cable:

- Resistencia por Km.: 300 ohm.
- Capacidad ab por Km.: 49nF.
- Capacidad hilo tierra por Km.: 80nF.
- Umbral de aislamiento: 10000K.

Programar el MMA-E con los umbrales de este par (Aislamiento, Umbral de capacidad superior y Umbral de Capacidad Inferior).

En el cable de 4 Km. realizar un corte en 3 Km. (ver Figura 3.11). Comprobar que se recibe la alarma de "Capacidad por debajo del Umbral", y se diagnostica "Par abierto 3 Km de la Central". El error de distancia permitido será igual a la tolerancia de los condensadores empleados. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone.

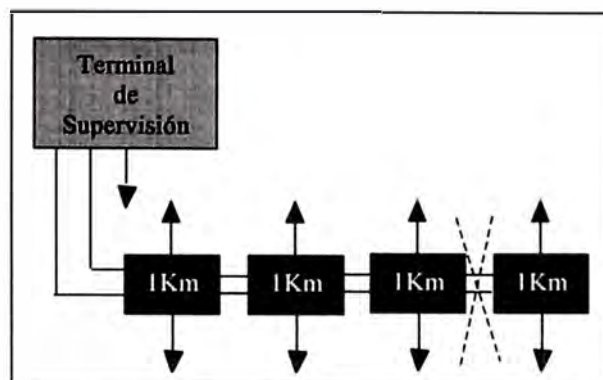


FIGURA 3.11 Corte del Cable de 4 Km.

Repetir la operación realizando cortes a 2Km y 1 Km. y comprobar que los resultados son los esperados en cada caso (mismas alarmas y diagnostico con distancias de 2 Km. y 1 Km.). Entre un sabotaje y el siguiente hay que reponer la situación inicial. Configurar un cable de 2 Km., programar el MMA-E para este cable. Repetir la operación anterior realizando cortes en 1 Km. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone.

3.4.2 Detección De Hilo a Tierra

Simular un par de 4 Km. sección 0,4 mm con pantalla con cuatro secciones de 1 Km., conectándolo a una entrada del MAP. Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas. En la aplicación configurar los parámetros de este cable:

- Resistencia por Km.: 300 ohm.
- Capacidad ab por Km.: 49nF.
- Capacidad hilo tierra por Km.: 80nF.
- Umbral de aislamiento: 10000K.

Programar el MMA-E con los umbrales de este par. (Aislamiento, Umbral de capacidad superior y Umbral de Capacidad Inferior).

En el par de 4 Km. realizar un corte en 3 Km. y dar uno de sus hilos a tierra (ver figura 3.12). Comprobar que se recibe la alarma de "Capacidad por encima del Umbral", y se diagnostica "Hilo a tierra a 3 Km. de la Central", el error de distancia

permitido será igual a la tolerancia de los condensadores empleados. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone. Repetir la operación con el otro hilo del par supervisado.

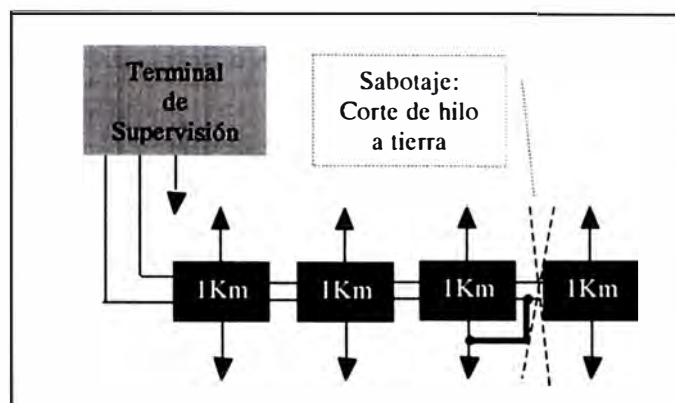


FIGURA 3.12 Corte de hilo a tierra

Repetir la operación realizando el corte y el contacto de hilo a tierra 2 Km. y comprobar que se recibe la alarma de "Capacidad por encima/debajo del Umbral" (en este caso puede llegar cualquiera de las 2), y se diagnostica "Hilo a tierra a 2 Km. de la Central", el error de distancia permitido será igual a la tolerancia de los condensadores empleados. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone. Repetir la operación con el otro hilo del par supervisado.

Repetir la operación realizando el corte y el contacto de hilo a tierra 1 Km. y comprobar que se recibe la alarma de "Capacidad por debajo del Umbral", y se diagnostica "Hilo a tierra a 1 Km de la Central", el error de distancia permitido será igual a la tolerancia de los condensadores empleados. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone. Repetir la operación con el otro hilo del par supervisado.

3.4.3 Detección de Cortocircuito Entre Hilos.

Simular un par de 4 Km. sección 0,4 mm con pantalla con cuatro secciones de 1 Km., conectándolo a una entrada del MAP. Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas. En la aplicación configurar los parámetros de este cable:

- Resistencia por Km.: 300 ohm.
- Capacidad ab por Km.: 49nF.
- Capacidad hilo tierra por Km.: 80nF.
- Umbral de aislamiento: 10000K.

Programar el MMA-E con los umbrales de este par. (Aislamiento, Umbral de capacidad superior y Umbral de Capacidad Inferior).

En el par de 4 Km. realizar un corte en 3 Km. y un cortocircuito (0 ohm) en este extremo (ver Figura 4). Comprobar que en se recibe la alarma de "Detección de falta de aislamiento en el par", y se diagnostica "Cortocircuito a 3 Km. de la Central", el error de distancia permitido será igual a la tolerancia de las resistencias empleadas. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone.

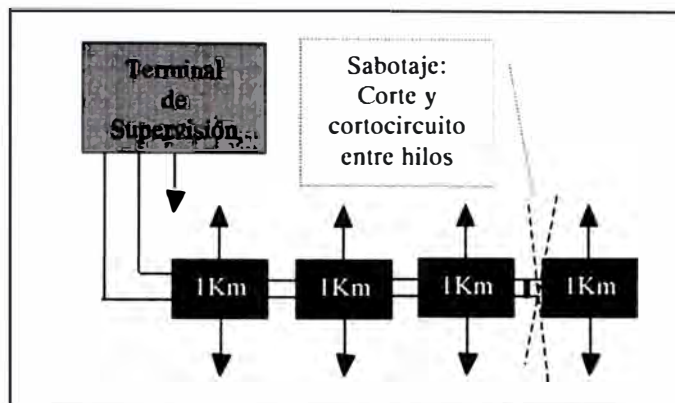


FIGURA 3.13 Corte y cortocircuito entre hilos

Repetir la operación realizando los cortes a 2 Km y a 1 Km. Repetir la operación con cables de 2 y 3 Km.

3.4.4 Detección de Falta de Aislamiento entre Hilos.

Simular un par de sección 0,4 mm con pantalla con cuatro secciones de 1 Km., conectándolo a una entrada del MAP. Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas. En la aplicación configurar los parámetros de este cable:

- Resistencia por Km.: 300 ohm.
- Capacidad ab por Km.: 49nF.
- Capacidad hilo tierra por Km.: 80nF.
- Umbral de aislamiento: 10000K.

Programar el MMA-E con los umbrales de este par. (Aislamiento, Umbral de capacidad superior y Umbral de Capacidad Inferior).

En el cable de 4 Km. realizar un corte a 3 Km. y en este extremo conectar una resistencia de 2 Kohm entre hilos (ver Figura 3.14). Comprobar que en se recibe la alarma de "Detección de falta de aislamiento en el par", y se diagnostica "no se pudo calcular distancia". Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone.

Repetir la operación realizando los cortes a 2 Km. y a 1 Km. Repetir la operación con cables de 2 y 3 Km.

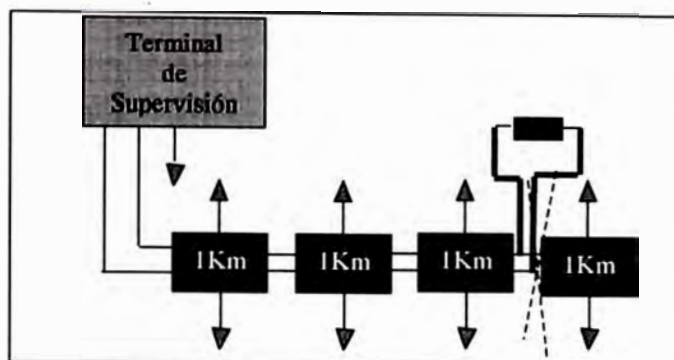


FIGURA 3.14 Prueba de falta de aislamiento

En el cable de 4 Km. realizar un corte Km. y conectar una resistencia de 1 Meg entre hilo a y tierra y otra resistencia de 1 Meg entre hilo b y tierra. Comprobar que en se recibe la alarma de "Detección de falta de aislamiento en el par", y se diagnostica "no se pudo calcular distancia. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone.

3.4.5 Detección de Contacto de un Hilo del Par Supervisado con Hilo de otro Par.

Simular un par de sección 0,4 mm con pantalla utilizando cuatro secciones de 1 Km., conectándolo a una entrada del MAP. Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas. En la aplicación configurar los parámetros de este cable:

- Resistencia por Km.: 300 ohm.
- Capacidad ab por Km.: 49nF.
- Capacidad hilo tierra por Km.: 80nF.
- Umbral de aislamiento: 10000K.

Programar el MMA-E con los umbrales de este par. (Aislamiento, Umbral de capacidad superior y Umbral de Capacidad Inferior). Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas.

Simular un par de 3 Km. sección 0,4 mm con pantalla con 3 secciones de 1 Km. (3 Km.), sin conectar a ninguna entrada del MAP, conectar la tierra de este par a la tierra del MMA-E.

En el cable de 4 Km. realizar un corte en 3 Km. y conectar uno de sus hilos del par a uno de los del par de 3 Km. (ver Figura 3.15). Comprobar que en se recibe la alarma de "Capacidad por encima del Umbral", y se diagnostica "Hilo del par en contacto con hilo de otro par a 3 Km. de la Central", el error de distancia permitido será igual a la tolerancia de los condensadores empleados. Reponer la situación de no sabotaje y

comprobar que la alarma se repone. Repetir la operación con el otro hilo del par supervisado.

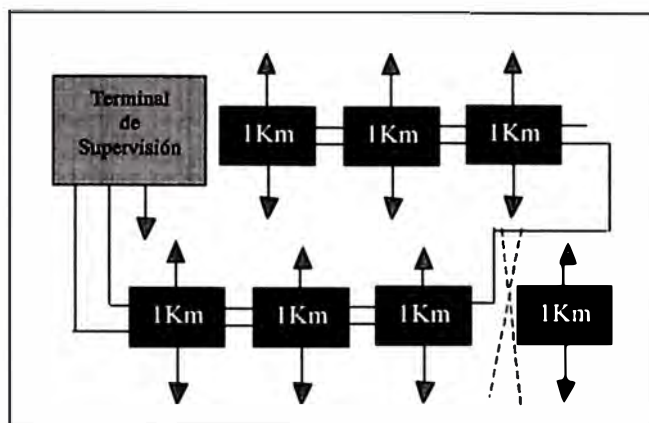


FIGURA 3.15 Contacto de un Hilo del Par Supervisado con Hilo de otro Par.

Repetir la operación realizando los cortes y contactos de hilos a 2 Km. (dejando el otro par también a 2 Km.) y comprobar que se recibe la alarma de "Capacidad por encima/debajo del Umbral" (en este caso puede llegar cualquiera de las 2), y se diagnostica "Hilo del par en contacto con hilo de otro par a 2 Km. de la Central", el error de distancia permitido será igual a la tolerancia de los condensadores empleados. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone. Repetir la operación con el otro hilo del par supervisado.

Repetir la operación realizando el corte a 1 Km cortes y los contactos de hilos a 1 Km (dejando el otro par también a 1 Km), comprobar que se recibe la alarma de "Capacidad por debajo del Umbral", y se diagnostica "Hilo del par en contacto con hilo de otro par a 2 Km de la Central", el error de distancia permitido será igual a la tolerancia de los condensadores empleados. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone. Repetir la operación con el otro hilo del par supervisado.

3.4.6 Detección de Tensión por Encima del Umbral.

Simular un par de sección 0,4 mm con pantalla utilizando cuatro secciones de 1 Km., conectándolo a una entrada del MAP. Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas. En la aplicación configurar los parámetros de este cable:

- Resistencia por Km: 300 ohm.
- Capacidad ab por Km: 49nF.
- Capacidad hilo tierra por Km: 80nF.
- Umbral de aislamiento: 10000K.

Programar el MMA-E con los umbrales de este par. (Aislamiento, Umbral de capacidad superior y Umbral de Capacidad Inferior). Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas.

En el cable de 4 Km. realizar un corte a 3 Km. y en este extremo conectar una resistencia de 12 o 15 Megohm en serie con una fuente de alimentación (o una batería) entre hilos (ver Figura 3.16). Comprobar que se recibe la alarma de "Detección de tensión por encima del umbral", y se diagnostica "par abierto en 3 Km. Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone.

Repetir la prueba con una resistencia de 2 K ohm, Comprobar que se recibe la alarma de "Detección de tensión por encima del umbral" y la alarma "detección de bajo aislamiento", y se diagnostica "no se pudo calcular distancia". Reponer la situación de no sabotaje y comprobar que la alarma se repone.

3.4.7 Averías Simultáneas

Simular dos cables de sección 0,4 mm con pantalla utilizando cuatro secciones de 1 Km, conectándolos a dos entradas del MAP. Asegurarse que la tierra del cable simulado y la tierra del MMA-E están conectadas. En la aplicación configurar los parámetros de estos 2 cables:

- Resistencia por Km: 300 ohm.
- Capacidad ab por Km: 49n.
- Capacidad hilo tierra por Km: 80n.
- Umbral de aislamiento: 10000K.

Programar el MMA-E con los umbrales de este par. (Aislamiento, Umbral de capacidad superior y Umbral de Capacidad Inferior). Provocar averías y sabotajes simultáneos en ambos cables (cortes limpios, hilos a tierra etc.) y comprobar que se detectan los sabotajes.

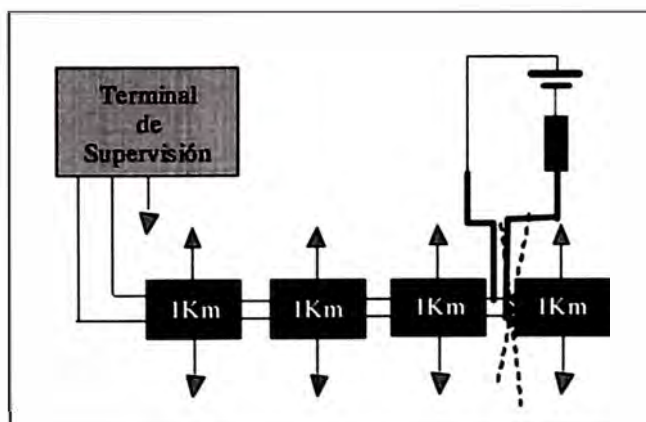


FIGURA 3.16 Detección de Tensión por Encima del Umbral.

3.5 Lista de Equipos

En la tabla 3.2 se detalla la lista de equipos propuestos para la solución.

TABLA 3.2 Equipamiento

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
MODULO SUPERVISION DE CABLE (MSC)	250	Und.
Kit de conexión para MSC	250	Und.
Cable cinta 6P	3	Und.
BASTIDOR CON ARMAZON 19"	250	Und.
MODULO MCF	250	Und.
Kit de conexión rápida (56p)	22	Und.
Interf. IP, IMUX150.A	250	Und.
MODULO MAP	250	Und.
Kit de conexión para MAP (48 puntos)	250	Und.
Cable cinta 96P con 2 conectores	3	Und.
BASTIDOR COMPACTO	250	Und.
Servidor: Sun Fire	1	Und.
Sistema Operativo: Solaris	1	Und.
Base de Datos: Oracle	1	Und.
Estaciones de trabajo	2	Und.

CAPITULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis Descriptivo

Para este proyecto se trabajó un proyecto piloto en la central telefónica de Zapalla de Telefónica del Perú, teniendo una respuesta satisfactoria ante una intrusión en la planta pudiendo identificar el lugar donde el cable fue cortado.

4.2 Resultados

Primer Robo: El día 10 de Febrero del 2008 (ver figura 4.1 y 4.2) el sistema detectó el corte de Cable en el cable Secundario 27(Par 1700).

The screenshot shows a window titled "Propiedades de la Alarma" with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into several sections:

- Datos de la alarma:** A section containing several fields:
 - Origen: INELCOM
 - Módulo: MMA
 - Categoría: Alarma
 - Estado: Alarma Activa Atendida
 - Texto: 1); (medida: 113 nF). Corte a 2074 m de la central.. Distancia al Cruce <ZAPALLAL ALTO / HJARANGAL> 143 m
 - Fecha Activación: 10-02-08 04:36:50
 - Fecha Recep. Activ.: 10-02-08 04:37:39
 - Fecha Cese: (empty field)
 - Fecha Recep. Cese: (empty field)
- Activ. atendida por:** operador
- Fecha:** 10-02-08 04:38:41
- Cese atendido por:** (empty field)
- Fecha:** (empty field)
- Borrada por:** operador
- Fecha:** 10-02-08 21 31:37

At the bottom of the window, there is an "Observaciones" section with a large empty text area and two buttons: "Guardar" and "Borrar". A "Cerrar" button is located at the very bottom center of the window.

FIGURA 4.1 Reporte del Sistema



FIGURA 4.2 Evidencia del Robo

Segundo Robo: El día 10 de Febrero del 2008 el sistema detecto el Corte de Cable en el cable Secundario 27(Par 1700). Ver figuras 4.3, 4.4 y 4.5.

Propiedades de la Alarma [X]

Datos de la alarma

Origen	INELCOM
Módulo	MMA - Dirección 1
Categoría	Alarma
Estado	Alarma Activa Atendida
Texto	Detectada capacidad por debajo del umbral (MAP 10, Entrada 2), (medida: 108 nF) Corte a 2000 m de la central. Distancia al Armario <CALLE 2 / COPACABANA (A009)> 29 m
Fecha Activación	12-02-08 03:24 50
Fecha Recep. Activación	12-02-08 03:25 03
Fecha Reposición	
Fecha Recep. Reposición	

Atendida por: gestor Fecha: 12-02-08 03:26 09

Observaciones

Se coordina con Reaccion Puente Piedra 1- En Gallo Carbajal (#344638) y Sr. Santiago Minaya (#279454) Se detecta corte y hurto de cable aereo de 300 pares aprox. 40 mts. en Av Alameda Norte, Mz. D3, Lote 3- Zapallal.- Armano 09, este se encuentra inclinado. Tambien se reporto a Comisaria Puente

Guardar
Borrar
Cerrar

FIGURA 4.3 Reporte del Sistema

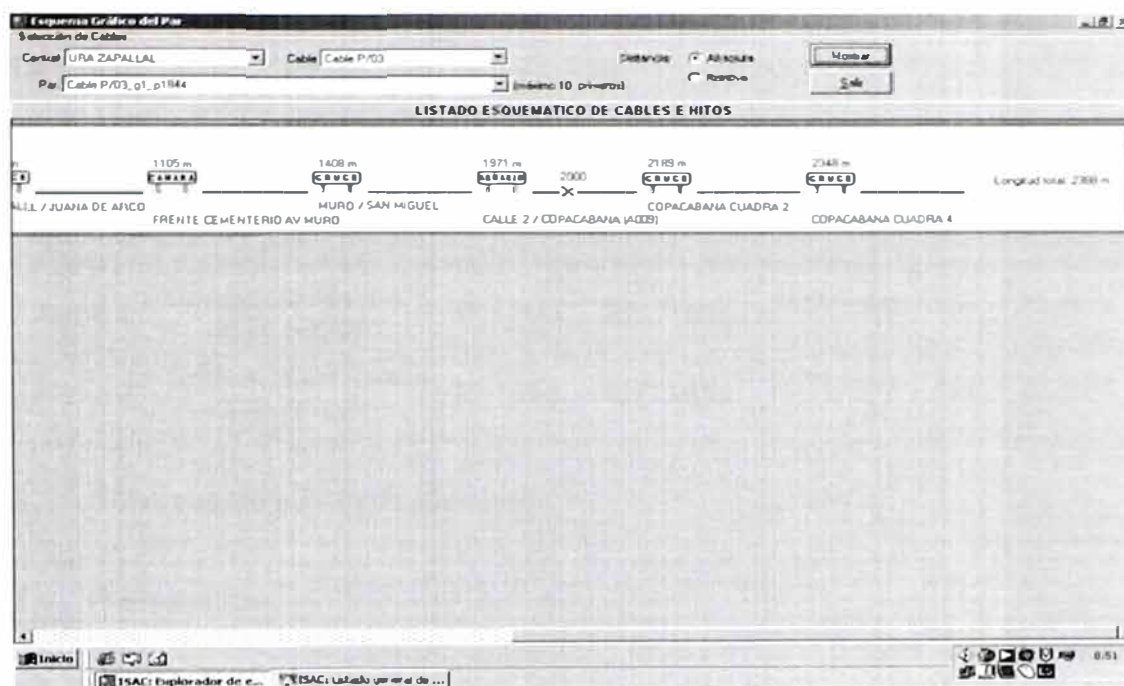


Figura 4.4 Ubicación del Corte

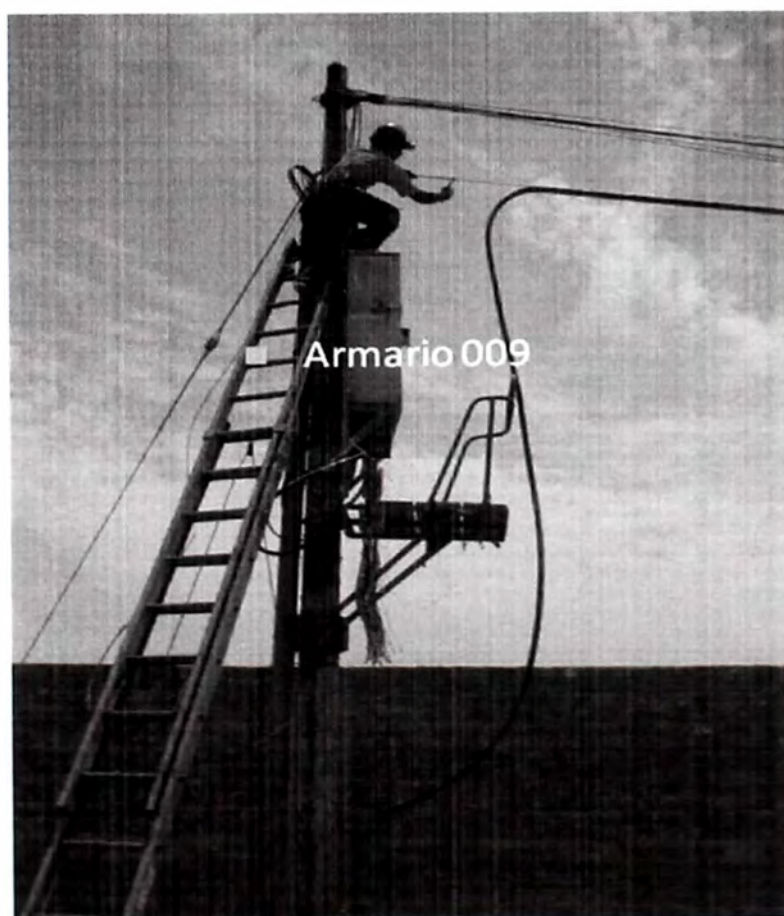


FIGURA 4.5 Evidencia

La tabla 4.1 muestra el resumen de los resultados.

TABLA 4.1 Resumen de Resultados

	Resultado del sistema	Cable	Medición del Plano	Longitud total	Diferencia
Robo 1	Corte a 2074 mtrs. de la central	P_1700	2060 mtrs.	2436 mtrs.	Aprox 20 mtrs.
Robo 2	Corte a 2000 mtrs. de la central	P_1844	1971 mtrs.	2371 mtrs.	Aprox 30 mtrs.

4.3 Presupuesto y Plan de Ejecución

4.3.1 Presupuesto

En la figura 4.6 se muestra un resumen de la inversión necesaria para adquirir la plataforma.

RESUMEN DE OFERTA				
INELCOM				
Para: Telefónica del Perú				
Ref.:	Supervision Cables Telefónica del Perú			
RESUMEN DE LA PROPUESTA				
Item	Cantidad	Descripción	Precio Unit. Equipos	PrecioTOTAL. S/. (SIN IMPUESTOS)
1	250	MODELO - 1 MAP	16,406.91	4,101,726.89
2	250	Materiales, instalación, puesta en marcha y proyecto	9,414	2,353,500.00
3	1	Sistema de gerenciamiento (licencia, servidor y puesta en marcha). Incluye: 01 Servidor Sun Fire 01 Licencia de Solaris 01 Base de Datos Oracle.	210,000.00	210,000.00
TOTAL				S/. 6,665,226.89

FIGURA 4.6 Resumen de oferta Inelcom

En el anexo A se muestra el cuadro de costos de los ítems 1 y 2

En el anexo B se presenta el plan de inversión por partes.

4.3.1 Plan de Ejecución

En el Anexo C se muestra el plan de ejecución

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Este sistema constituye una herramienta de gran valor tanto la dirección de seguridad y operaciones de planta externa puedan compartir una plataforma para gestionar la reacción, reacción física, operaciones de planta externa también para reposición inmediata de las averías y poder llegar un control estadístico de los averías.
2. Al momento del diseño e implantación hay que tener en cuenta cómo cambia los factores ambientales en el lugar para poder darle una tolerancia amplia y no se reporten averías por falsas alarmas.
3. Todos los equipos que componen los sistemas telefónicos tienen que tener un buen sistema de puesta de tierra para proteger estos equipos y brindar un buen servicio, en el proyecto es muy importante la puesta a tierra ya que se realizarán mediciones utilizando como referencia a tierra. Dependerá mucho los resultados de tener un buen sistema de puesta a tierra en cada central telefónica.
4. El sistema funciona sin ningún problema, en el piloto se pudo apreciar que los delincuentes prefieren robar en los lugares de poco acceso para así de esta forma la reacción física no les pueda capturar y tener tiempo de escapar.
5. Para que el sistema funciones adecuadamente se tiene que contar con cartografía actualizada, si se pone como referencia una dirección inexistente se tendrán datos inexactos y por ende no se podrá disponer adecuadamente la reacción física.
6. La solución está basada en una plataforma Hardware – Servidor de Sun – Solaris es cual hace muy estable la solución.
7. La conclusión más importante se puede ver en plan de inversión y retorno que se explica en el anexo B, el VAN es nos sale un valor positivo y se proyecta un retorno de la inversión solo considerando un 40% de eficiencia del sistema, por lo cual se recomienda la implementación del proyecto.

ANEXO A
CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN

Item	Descripción	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Total (S/.)
1	HARDWARE				
	Modulo de supervisión de cables (MSC)	Und.	01	5,402.25	5,402.25
	Kit de conexión para MSC	Und.	01	122.55	122.55
	Cable cinta 6P	Und.	01	14.63	14.63
	Bastidor con armazón 19"	Und.	01	3,351.60	3,351.60
	Modulo MCF	Und.	01	5,071.50	5,071.50
	Kit de conexión rápida (56p)	Und.	01	91.04	91.04
	Interf. IP, IMUX150.A	Und.	01	0.00	0.00
	Modulo MAP	Und.	01	1,984.50	1,984.50
	Kit de conexión (48p)	Und.	01	73.02	73.02
	Cable cinta 96P	Und.	01	295.82	295.82
Sub tota hardware:					S/. 16,406.91
2	MATERIALES DE INSTALACION				
	Cable de 10 pares	Mtrs.	10	12.60	126.00
	Cable de 30 pares	Mtrs.	30	21.00	630.00
	Cable de 50 pares	Mtrs.	0	0.00	0.00
	Cable de Alimentación	Mtrs.	30	16.80	504.00
	Cable de tierra verde	Mtrs.	20	25.20	504.00
	Kit de instalación ISAC	Und.	1	630.00	630.00
Sub total materiales:					S/. 2,394.00
3	SERVICIO DE INSTALACION Y CONFIGURACION				
	Instalación del MCF.	Glb.	1	600.00	600.00
	Instalación MSC	Glb.	1	450.00	450.00
	Instalación MAP,	Glb.	1	600.00	600.00
	Configuración e Integración	Glb.	48	90.00	4,320.00
Sub total instalación:					S/. 5,970.00
4	DOCUMENTACION TECNICA				
	De equipamientos	Glb.	1	450.00	450.00
	De Instalación	Glb.	1	600.00	600.00
Sub total documentación técnica:					S/. 1,050.00
COSTO TOTAL:					S/. 25,820.91

ANEXO B
PLAN DE INVERSIÓN POR PARTES

Plan de Inversión y Retorno del Sistema de Detección Robo de Cables

250 Centrales (donde ocurre el 80% de los robos)

Evaluación Económica (S/.)						
Año	0	1	2	3	4	5
Inversión equipos INELCOM	4,101,727					
Mantenimiento equipos INELCOM	10%	410,173	410,173	410,173	410,173	410,173
Gestión del sistema		400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Coste de equipos de seguridad presencial		3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
Coste servicio de inteligencia						
Dinero que se deja de perder		6,713,717	6,713,717	6,713,717	6,713,717	6,713,717
Depreciación		820,345	820,345	820,345	820,345	820,345
Beneficio antes de impuestos		2,083,199	2,083,199	2,083,199	2,083,199	2,083,199
Impuestos		729,120	729,120	729,120	729,120	729,120
Valor residual	10%					0
Flujo resultante	-4,101,727	2,174,425	2,174,425	2,174,425	2,174,425	2,174,425
VAN	3,187,282					
TIR	45%					

Perjuicio S/. x mes: **S/. 998,545.58**

Meses: 12

S/. invertidos en la reposición del 100% de los cables robados considerados	S/. 10,784,292.30	90%	Perdida Anual	S/. 11,982,547.00
--	--------------------------	------------	----------------------	--------------------------

Dinero que se ahorra	Eficiencia	40%	40%	40%	40%	40%
Se deja de gastar en cables y Mano de obra		4,313,717	4,313,717	4,313,717	4,313,717	4,313,717
Ingresos debidos a abonos por indisponibilidad de servicio, fuga de clientes, renta cesante		2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000
Total ahorros		6,713,717	6,713,717	6,713,717	6,713,717	6,713,717

Tasa impuestos 35%

Vida útil 5 años

Tasa de descuento 15%

ANEXO C
PLAN DE EJECUCIÓN

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE SUPERVICION DE ROBO DE CABLES DE PLANTA EXTERNA DE TELEFÓNICA DEL PERU

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	ene '10																																												
				ene '10							feb '10							mar '10							abr '10							may '10							jun '10							jul '10		
				27	03	10	17	24	31	07	14	21	28	07	14	21	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06	13	20	27	04	11	18															
1	CRONOGRAMA	1 dia?	jue 28/05/09																																													
2																																																
3	Orden de Compra	0 dias	vie 01/01/10	◆ 01/01																																												
4																																																
5	Importacion de Equipos Inelcom	60 dias	vie 01/01/10	[Barra de tarea]																																												
6																																																
7	Instalacion de Terminales de planta	45 dias	vie 26/03/10	[Barra de tarea externa]																																												
8																																																
9	Grupo 1: Lima	45 dias	vie 26/03/10	[Barra de tarea]																																												
10																																																
11	Grupo 2: Provincias	30 dias	vie 26/03/10	[Barra de tarea]																																												
12																																																
13	Instalacion de COM	20 dias	vie 28/05/10	[Barra de tarea externa]																																												
14																																																
15	Instalacion de los Servidores, Siste	15 dias	vie 28/05/10	[Barra de tarea]																																												
16																																																
17	Configuracion del Software ISAC	5 dias	vie 18/06/10	[Barra de tarea]																																												
18																																																
19	Pruebas	10 dias	vie 25/06/10	[Barra de tarea]																																												
20																																																
21	Capacitación	10 dias	vie 09/07/10	[Barra de tarea]																																												

Proyecto: Project1 Fecha: jue 28/05/09	Tarea	[Barra de tarea]	Hito	◆	Tareas externas	[Barra de tarea externa]
	División	[Barra de división]	Resumen	[Barra de resumen]	Hito externo	◆
	Progreso	[Barra de progreso]	Resumen del proyecto	[Barra de resumen del proyecto]	Fecha limite	↓

ANEXO D
GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Abonado.- Persona natural o jurídica inscrita para recibir algún servicio periódicamente o determinado número de veces.
- Acometida.- Instalación por la que se deriva hacia un edificio u otro lugar parte del fluido que circula por una conducción principal.
- Avería.- Daño que impide el funcionamiento de un aparato, instalación, etc.
- TIR.- Tasa interna de retorno, está definida como la tasa de interés con la cual el VAN es igual a cero. Es un indicador de un proyecto a mayor TIR, mayor rentabilidad.
- Transductor.- Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, el sonido, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.
- VAN.- Valor actual neto, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujo de cajas futuros, originados por una inversión.
- Hub.- Nombre con el que se conoce a la estación terrena central de un sistema VSAT. Las estaciones remotas se conectan a la estación central en una configuración de topología estrella.

BIBLIOGRAFÍA

1. Eduardo Belleza Oscar Szymanozyk, Diseño de Planta Externa (I), Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Estudios de Telecomunicaciones, 5/1987.
2. Eduardo Belleza Oscar Szymanozyk, Diseño de Planta Externa (IV), Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Estudios de Telecomunicaciones, 3/1995.
3. División de Telecomunicaciones, Integral de Planta Externa, Instituto Nacional de Investigación Capacitación de Telecomunicaciones, 4/1992.
4. Ministerio de Transportes, Reglamento Nacional de Telecomunicaciones, 2007.
5. Ingeniería Electrónica Comercial, Hoja Técnicas, Productos y Servicios en red Internet, dirección electrónica: www.inelcom.com
6. Integradores de Sistemas Telemáticos, Hoja Técnicas, Productos y Servicios en red Internet, dirección electrónica: www.inesitel.com
7. Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, Reglamentos red Internet, dirección electrónica: www.osiptel.gob.pe