

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA
TRANSMISIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL ENTRE TRES
ESTACIONES METEOROLÓGICAS UBICADAS EN EL VOLCÁN
ANTISANA Y EL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E
HIDROLOGÍA, EN QUITO”.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

DIEGO JAVIER PÉREZ SANDOVAL

perez.d.javier@gmail.com

DIRECTOR: ING. ERWIN BARRIGA.

erwin.barriga@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2011

DECLARACIÓN

Yo, DIEGO JAVIER PÉREZ SANDOVAL, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

DIEGO JAVIER PÉREZ SANDOVAL

CERTIFICACIÓN

Certificó que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Javier Pérez Sandoval, bajo mi supervisión.

ING. ERWIN BARRIGA
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a las personas que me acompañaron en toda el desarrollo de mi vida a Dios por regalarme esta hermosa familia, cada uno con su peculiaridad, a Dios por ser la guía de mi vida, a mis compañeros que si los nombrara a cada uno no terminaría los resumo en los Blindados, a la IEEE que me apoyo en su momento y a las Instituciones como son INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), quien en conjunto con el IRD (Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia), me brindaron todo el apoyo necesario para poder realizar este trabajo en el menor tiempo posible a todos ellos muchas gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primero a Dios, Angélica, Padre Manolo y Anita que desde el cielo intercedieron por mí y han estado conmigo a cada paso que doy cuidándome, fortaleciéndome para continuar con su ayuda y culminar esta etapa de mi vida, aquí a mi Madre, mis abuelos (Jaime y Loli), y mis tíos quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, en especial a Daysi la personita que me ayudo en los últimos años de pregrado que estuvo en los momentos de decline y cansancio que gracias a su paciencia, perseverancia, aunque a veces recibió malas caras, nunca me dejó y siempre estuvo ahí, me ayudo a egresar y continuar con este trabajo, a mis Profesores, Ingenieros con su enseñanza me han hecho un hombre de bien, a mí madrina Sra. Vilmita que siempre me apoyo con su paciencia siempre estuvo ahí cuando la necesite, y como olvidarme de los catequistas y el Padre de Santa Clara que con sus oraciones siempre estuvieron ahí para levantarme en los momentos de aflicciones y darme apoyo. A todos ellos muchas gracias y si de alguien me olvido que me perdoné, no estuvo presente en ese día de inspiración, solo me queda decir un Dios les pague a todos.

CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
CONTENIDO.....	VI
CONTENIDO DE FIGURAS.....	XI
CONTENIDO DE TABLA.....	XIX
RESUMEN.....	XX
SUMMARY	XXIII
PRESENTACIÓN	XXIV
1 ANTECEDENTES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1 LOCALIZACIÓN	2
1.1.2 FLORA	2
1.1.3 FAUNA.....	3
1.1.4 ATRACTIVOS.....	3
1.1.5 POBLADORES.....	4
1.1.6 AMENAZAS.....	4
1.2 DISTRIBUCIÓN DEL ANTISANA.....	5
1.3 GLACIAR 15.....	6
1.4 SITUACIÓN ACTUAL	8
1.4.1 INFORME DEL INAMHI.....	8
1.5 GLACIARES	11
1.5.1 ECUADOR.....	11
1.5.2 COLOMBIA.....	12
1.5.3 BOLIVIA	15
1.5.4 PERÚ	16
1.5.5 CHILE.....	16
1.6 ESTACIÓN ORE.....	17
1.6.1 DESCRIPCIÓN.....	18
1.6.2 SENSORES INSTALADOS	20

1.7	ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAMA	31
1.8	RECOLECCION DE DATOS ESTACIÓN ORE.....	32
1.8.1	PROGRAMA GEALOG DE LA MARCA LOGROTRONIC.....	34
2	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACION	38
2.1	INTRODUCCION.....	38
2.1.1	PRIMER ESQUEMA DE LA RED	38
2.1.2	INTERFAZ.....	41
2.2	EQUIPOS SUJERIDOS PARA EL DISEÑO:.....	42
2.2.1	CONVERTIDOR SERIAL de RS232 a TCP/IP.....	42
2.2.2	SPREAD SPECTRUM.....	46
2.2.3	NANOSTATION.....	52
2.2.4	NL120.....	57
2.2.5	COMUNICACIÓN CELULAR GPRS	60
2.2.6	Enlaces Back Up	67
2.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	72
2.3.1	ENLACE ESTACIÓN ORE – MORRENA 15.....	75
2.3.2	ENLACE MORRENA 15 – GUAMANÍ-INAMHI	75
2.3.3	ENLACE CRESPO (Glaciar) 12 – MORRENA 12.....	77
2.3.4	ENLACE PARAMO 12 – MORRENA 12	78
2.3.5	ENLACE MORRENA 12 – ESTACIÓN GUAMANÍ-INAMHI	80
2.3.6	ENLACE GUAMANÍ INAMHI - TORRE DE CLARO.....	81
2.3.7	ENLACE GUAMANÍ INAMHI - TORRE DE MOVISTAR.....	81
2.3.8	PROPIEDADES SISTEMA 1	82
2.3.9	PROPIEDADES SISTEMA 2	82
2.3.10	PROPIEDADES SISTEMA 3	83
2.3.11	PRUEBA EN CAMPO	83
2.4	ESQUEMA GLOBAL DEL DISEÑO	96
3	ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	97
3.1	INTRODUCCIÓN.....	97
3.2	MANEJO DEL SOFTWARE.....	98
3.2.1	SISTEMAS DE ADQUISICION DE DATOS	98
3.2.2	LOS ARCHIVOS DE DATOS DEBEN TENER IDEALMENTE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:	99

3.2.3	PROTOCOLO COMUNICACIÓN DATALOGGER	100
3.2.4	PUERTOS COMUNICACIONES / ALMACENAMIENTO DATOS	101
3.2.5	PROGRAMACIÓN	101
3.2.6	DATALOGGER CR1000	102
3.3	MANUAL DE USUARIO	105
3.3.1	MANUAL PARA LA ELECCION DEL PERSONAL	105
3.3.2	MANUAL DE INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN	106
3.3.3	INSTALACIÓN CRESPO 12	106
3.3.4	MANUAL DE SENSORES	111
3.3.5	MANUAL TOMA DE DATOS	112
3.4	MANUAL DE MANTENIMIENTO	113
3.4.1	MANTENIMIENTO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	113
3.4.2	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	115
3.4.3	SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	116
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
4.1	INTRODUCCIÓN	120
4.2	PRUEBAS DE CAMPO	120
4.2.1	EL CONVERTIDOR RS232 A TCP/IP	120
4.2.2	PRUEBAS DE TRANSMISIÓN GPRS	121
4.2.3	PROGRAMA Y USUARIO FINAL	122
5	CONCLUSIONES	124
6	RECOMENDACIONES	127
7	BIBLIOGRAFIA	131
8	GLOSARIO	134
9	ANEXOS	136
	ANEXO 1	136
	CONFIGURACIÓN DEL CONVERTIDOR IOLAN PERLE	136
	CONFIGURACIÓN DEL TÚNEL IOLAN	144
	ANEXO 2	156
	CONFIGURACIÓN DE UNA NANOSTATION	156
	CONFIGURACIÓN DE LA NANOSTATION COMO ACCESS POINT	162
	CONFIGURACIÓN DE LA NANOSTATION COMO ESTATION	165

ANEXO 3	169
ANTENA DE GRILLA.....	169
APLICACIONES.....	170
ESPECIFICACIONES	170
MECANICAS.....	170
ANEXO 4	172
PROFORMA DE EQUIPOS NL.....	172
ANEXO 5	173
CONFIGURACIÓN DEL MODEM GPRS.....	173
ANEXO 6	175
TRANSMISIÓN VSAT	175
IRIDIUM 9522A TRANSRECEPTOR DE SATÉLITE	176
ANEXO 7	180
CÁLCULOS DEL BALANCE DEL ENLACE DE TRANSMISIÓN DE LA ESTACIÓN ORE A LA MORRENA 15.	180
Pérdidas por Espacio Libre (Free Space)	181
ANEXO 8	190
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DATALOGGER CR1000.....	190
ANEXO 9	196
PROGRAMA LOGGERNET.....	196
EZSetup.....	197
View.....	199
Programa CRBasic.....	199
Descripción programa para CR1000.....	201
Status	222
Integridad De Los Datos	223
ANEXO 10	224
PROCEDIMIENTO PARA SELECCIÓN DE PERSONAL PARA LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS DEL VOLCÁN ANTISANA.....	225
ANEXO 11	245
INSTALACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.....	245
ANEXO 12	249
MANUAL TOMA DE DATOS	249

Posibles Fallas Entre La Conexión Datalogger - Terminal:.....	252
ANEXO 13	253
PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE ESTACIONES EN EL VOLCÁN ANTISANA.....	254
ANEXO 14	261
SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL VOLCÁN ANTISANA A QUITO.....	261
ANEXO 15	262
FICHAS DE INICIO, INTERVENCIÓN, INVENTARIO, Y RUTA DE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL VOLCÁN ANTISANA.....	262
ANEXO 16	263
FORMULARIOS DE LA SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	263

CONTENIDO DE FIGURAS

1	ANTECEDENTES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1
	Figura 1.1 Vista del Volcán y Reserva Ecológica Antisana	2
	Figura 1.2 Indicación de sus 17 partes, principalmente Glaciar 15.....	6
	Figura 1.3 Sistema de monitoreo instalado por el IRD y sus contrapartes locales en los Andes tropicales	7
	Figura 1.4 Vista actual del Volcán Antisana	8
	Figura 1.5 Colocación de balizas	9
	Figura 1.6 Nevados monitorizados en Sudamérica.....	12
	Figura 1.7 Medida de retroceso del frente glaciar	12
	Figura 1.8 Medida de Ablación Glaciar sobre una estaca de Balance de masa glaciológico	13
	Figura 1.9 Canaleta para medir caudal de agua	13
	Figura 1.10 Estación Meteorológica automática satelital.....	14
	Figura 1.11 Estación ORE	17
	Figura 1.12 Vista del Datalogger instalado en la Estación ORE.....	18
	Figura 1.13 Descripción del Datalogger y sus componentes.....	18
	Figura 1.14 Vista de la estación ORE de la parte superior del Volcán	20
	Figura 1.15 Modelo de un sensor T-200B.....	21
	Figura 1.16 Pluviómetro de Precipitación.....	22
	Figura 1.17 Pluviómetro de Precipitación Totalizador	23
	Figura 1.18 Pantalla protectora de Sensores de Humedad y Temperatura	24
	Figura 1.19 Sensor de Temperatura	24
	Figura 1.20 Medidor Temperatura del Aire.....	25
	Figura 1.21 Veleta Young	26
	Figura 1.22 Sensor de radiación de onda corta.....	27
	Figura 1.23 Sensor de Radiación de Onda Larga	28
	Figura 1.24 Termocuplas para medir Temperatura del Suelo	29
	Figura 1.25 Placa de Flujo de calor / Sensor de Flujo de Calor.....	29
	Figura 1.26 Sonda de ultrasonido	30
	Figura 1.27 Estación Meteorológica Móvil Samba	31
	Figura 1.28 Tomada en la primera excursión al Volcán Antisana.....	32

Figura 1.29 Indica el peso de datos obtenidos en un mes	33
Figura 1.30 Datos en el Bloc de notas	33
Figura 1.31 Logotipo del Gealog	34
Figura 1.32 Indica cargando el Gealog en Windows	34
Figura 1.33 Pantalla principal Gealog	34
Figura 1.34 Pantalla lista para trabajar	35
Figura 1.35 Archivo de la Memoria M0003.....	35
Figura 1.36 Pantalla lista para recibir datos	36
Figura 1.37 Transferencia de datos de la memoria al programa	36
Figura 1.38 Los datos obtenidos ordenadamente	37
2 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACION	38
Figura 2.0 Primer bosquejo del Diseño	39
Figura 2.1 Conexión del Perle.....	44
Figura 2.2 Convertidores Túnel.....	45
Figura 2.3 Nanostation.....	54
Figura 2.4 Parte posterior del Equipo y tipo de Conectores	54
Figura 2.5 Equipo Nanostation.....	55
Figura 2.6 Cable UTP cat 5e.....	55
Figura 2.7 Amarras	55
Figura 2.8 Cable UTP cat 6.....	55
Figura 2.9 Inyector POE	56
Figura 2.10a Primera Conexión del POE	56
Figura 2.10b Segunda conexión del POE	56
Figura 2.11 NL120	58
Figura 2.12 NL115.....	59
Figura 2.13 Empresas Celulares que prestan el servicio GPRS	61
Figura 2.14 Arquitectura de una Red GPRS	62
Figura 2.15 Configuración del Sistema	63
Figura 2.16 Vista frontal Modem GPRS	63
Figura 2.17 Conexión del Modem	64
Figura 2.18 Modelo de un transmisión VSAT	68
Figura 2.19 Ubicación de puntos	73

Figura 2.20 Coordenadas GPS Crespos 12.....	73
Figura 2.21 Coordenadas GPS Paramo 12.....	74
Figura 2.22 Coordenadas GPS Morrena 12.....	74
Figura 2.23 Radio Mobile.....	75
Figura 2.24 Descripción enlace 1.....	75
Figura 2.25 Descripción enlace 2.....	76
Figura 2.26 Enlace Morrena 15-Guamaní-INAMHI con antena externa	76
Figura 2.27 Descripción enlace 3.....	77
Figura 2.28 Enlace Crespo 12-Morrena 12 con antena externa	77
Figura 2.29 Descripción enlace 4.....	78
Figura 2.30 Corrección Enlace 4.....	78
Figura 2.31 Enlace Paramo 12-Morrena 12 Antena exterior	79
Figura 2.32 Punto Guamaní-INAMHI	79
Figura 2.33 Descripción enlace 5.....	80
Figura 2.34 Enlace Morrena 12.-Guamaní-INAMHI	80
Figura 2.35 Descripción enlace 6.....	81
Figura 2.36 Descripción enlace 7.....	81
Figura 2.37 Propiedades Sistema 1	82
Figura 2.38 Propiedades del sistema 2.....	82
Figura 2.39 Propiedades Del Sistema 3.....	83
Figura 2.40 Figura del túnel	83
Figura 2.41 Vista del túnel	84
Figura 2.42 Vista completa del túnel	85
Figura 2.43 Vista del Computador.....	85
Figura 2.44 Equipo Pruebas	86
Figura 2.45 Torre Guamaní EMAAP	87
Figura 2.46 Coordenadas Guamaní-INAMHI	87
Figura 2.47 Antena Yagi	88
Figura 2.48 Datalogger Logotronic.....	88
Figura 2.49 Modem en el campo	89
Figura 2.50 Cable arrancado de la antena Yagi.....	89
Figura 2.51 Pantalla capturada del A1 monitor	90

	Figura 2.52 Cálculo de la distancia	91
	Figura 2.53 Cálculo del Angulo de Azimut	93
	Figura 2.54 Ley de Cosenos	94
	Figura 2.55 Gráfico del Triangulo.....	94
	Figura 2.56 Diseño Final.....	96
3	ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	97
	Figura 3.1 Terminales de Entrada y salida.....	100
	Figura 3.2 Descripción de un Datalogger CR1000	102
	Figura 3.3 Puertos digitales I/O usados para controlar/monitorizar bomba	103
	Figura 3.4 Distribución de los Datos	104
	Figura 3.5 Vista de la torre Paramo 12	107
	Figura 3.6 Veleta y Shell.....	107
	Figura 3.7 Panel Solar	107
	Figura 3.8 Shell de Temperatura	108
	Figura 3.9 Shell de Temperatura y Humedad Relativa.....	108
	Figura 3.10 Nivómetro	108
	Figura 3.11 Colocación de la Torre.....	109
	Figura 3.12 Sensores de Radiación	109
	Figura 3.13 Gabinete de Protección.....	109
	Figura 3.14 Instalación Datalogger Campbell	110
	Figura 3.15 Pluviómetro.....	110
	Figura 3.16 Cámara de fotos Campbell	110
	Figura 3.17 Foto Morrena 15-Antisana	113
	Figura 3.18 Foto Torre Guamaní-EMAAP Reserva del Antisana	113
	Figura 3.19 Idea del Sistema de Supervisión.....	117
	Figura 3.20 Imagen Datalogger Campbell.....	119
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
	Figura 4.1 Túnel Serial.....	120
	Figura 4.2 Túnel Serial.....	121
	Figura 4.3 Pruebas Datalogger	121
	Figura 4.4 Pruebas GPRS	122
	Figura 4.5 Pantalla LoggerNet	123

Figura 4.6 Envió De Datos	123
5 CONCLUSIONES	124
6 RECOMENDACIONES	127
7 BIBLIOGRAFIA.....	131
8 GLOSARIO.....	134
9 ANEXOS.....	136
ANEXO 1	136
Figura 1 Inicio	136
Figura 2 Configuration Services	137
Figura 3 Configuraciones de Red	137
Figura 4 IPv4 Settings.....	138
Figura 5 Serial Port.....	138
Figura 6 Hardware	139
Figura 7 TruePort.....	139
Figura 8 Users	140
Figura 9 Network Services	140
Figura 10 TFTP.....	141
Figura 11 Server Info	141
Figura 12 Statistics	142
Figura 13 Ethernet Statistics	142
Figura 14 IP statistics.....	143
Figura 15 TCP Statistics	143
Figura 16 Netstat	144
Figura 17 Route	144
Figura 18 Pantalla Principal	145
Figura 19 EasyConfig	145
Figura 20 Descarga del programa.....	146
Figura 21 Pantalla de Bienvenida	146
Figura 22 Discover IOLANs	147
Figura 23 Network Settings.....	147
Figura 24 Port Settings	148
Figura 25 Configuration Completed	149

Figura 26 Discover.....	149
Figura 27 Network Settings.....	150
Figura 28 Port Settings	150
Figura 29 Configuration Completed	151
Figura 30 Htem 0.8 desde el cliente.....	151
Figura 31 Cliente	152
Figura 32 Servidor	152
Figura 33 Cliente	153
Figura 34 Cliente	153
Figura 35 Servidor	154
Figura 36 Servidor	154
Figura 37 Cliente	155
ANEXO 2.....	156
Figura 1 Menú.....	156
Figura 2 Enlace de Instalación.....	157
Figura 3 Parte de pantalla Enlace Select	157
Figura 4 Network	158
Figura 5 Advance.....	159
Figura 6 Services.....	160
Figura 7 Sistema.....	161
Figura 8 Verificación de conexión vía Inalámbrica	162
Figura 9 Main.....	162
Figura 10 Link Setup.....	163
Figura 11 Link Setup.....	163
Figura 12 Link Set.....	164
Figura 13 Link Set.....	164
Figura 14 Main.....	165
Figura 15 Link Setup.....	165
Figura 16 Link Setup.....	166
Figura 17 Link Setup.....	166
Figura 18 Link Setup.....	167
Figura 19 Link Setup.....	167

Figura 20 Main.....	168
Figura 21 Ping	168
ANEXO 3.....	169
Figura 1 Antena de Grilla	169
Figura 2 Haz de Cobertura	171
ANEXO 4.....	172
ANEXO 5.....	173
ANEXO 6.....	175
Figura 1 Distribución satélites Iridium	175
Figura 2 Transreceptor Iridium 9522 ^a	176
ANEXO 7.....	180
Figura 1 Tabla de Conductividad y Permeabilidad	180
Figura 2 Zonas de Fresnel.....	180
Figura 3 Distancia estación ORE- Morrena 15.....	181
Figura 4 Atenuación vs Frecuencia.....	183
Figura 4b Características de los Materiales	183
Figura 5 Oxígeno y absorción del Agua vs. Distancia	184
Figura 6 Radio Mobile Ore-Morrena 15.....	185
Figura 7 Radio Mobile Ore-Morrena 15.....	186
ANEXO 8.....	190
Figura 1 Exactitud.....	190
Figura 2 Más alta Resolución.....	190
Figura 3 Más Precisión, más Exactitud	191
Figura 4 Histéresis.....	191
Figura 5 Linealidad	192
ANEXO 9.....	196
Figura 1 Aplicaciones.....	196
Figura 2 Aplicaciones 2.....	196
Figura 3 EZ setup	198
Figura 4 Connect	198
Figura 5 View.....	199
Figura 6 Ejecutar CRBasic.....	200

Figura 7 Pantalla CRBasic.....	201
Figura 8 Pantalla LoggerNet	208
Figura 9 LoggerNet.....	209
Figura 10 Recogida Personal.....	211
Figura 11 VoltDiff de LoggerNet.....	213
Figura 12 Modelo Matemático.....	214
Figura 13 Valores de Tabla.....	217
Figura 14 CR1000 on desk	217
Figura 15 Pantallas 1 y 2 de la recogida de datos.....	221
Figura 16 Pantalla Setup	221
Figura 17 Status	222
Figura 18 Status Monitor.....	222
Figura 19 LogTool.....	223
ANEXO 10	224
ANEXO 11	245
Figura 1 Diagrama de Instalación	245
Figura 2 Soporte para Pluviómetro con Reducción y Neplo	246
Figura 3 Fundición de Base de Soporte para Estación	247
Figura 4 Soportes Instalados	247
ANEXO 12	249
Figura 1 CRBasic.....	250
Figura 2 Setup, table 1.....	252
ANEXO 13	253
ANEXO 14	261
ANEXO 15	262
ANEXO 16	263

CONTENIDO DE TABLA

1	ANTECEDENTES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1
	Tabla 1.1 Evolución de las aéreas para las lenguas alfa y beta para el Glaciar 15	7
	Tabla 1.2 Sensores de la estación ORE	21
	Tabla 1.3 Características sonda Vaisala HMP45C (Campbell)	25
	Tabla 1.4 Características de sensores instalados Estación SAMA.....	31
	Tabla 1.5 Significado de Variables Ambientales	37
2	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACION	38
	Tabla 2.1 Pines del Interfaz 232	42
3	ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	97
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
5	CONCLUSIONES.....	124
6	RECOMENDACIONES.....	127
7	BIBLIOGRAFIA.....	131
8	GLOSARIO.....	134
9	ANEXOS.....	136
	ANEXO 1	136
	ANEXO 2	156
	ANEXO 3.....	169
	ANEXO 4.....	172
	ANEXO 5.....	173
	ANEXO 6.....	175
	ANEXO 7	180
	Tabla 1 Comparación de datos	188
	Tabla 2 Guía Alturas de Fresnel	189
	ANEXO 8.....	190
	Tabla 1 Rangos de medida y resolución	193
	ANEXO 9.....	196
	Tabla 1 Formatos de datos	205
	Tabla 2 Resolución y limites de rango de datos	207
	Tabla 3 Variación punto decimal.....	207
	Tabla 4 Valores de la cabecera	210

Tabla 5 Rangos de Voltaje.....	215
ANEXO 10.....	224
ANEXO 11.....	245
ANEXO 12.....	249
Tabla 1 Datalogger y sensores	249
Tabla 2 Tipos de Sensores	250
ANEXO 13.....	253
ANEXO 14.....	261
ANEXO 15.....	262
ANEXO 16.....	263

RESUMEN

La temperatura de nuestro planeta es perfecta para la vida; sin embargo, hoy en día esta situación de equilibrio está en peligro. Las temperaturas de todo el planeta han aumentado aproximadamente 0.75°C causando el deshielo de glaciares, entre ellos el Antisana.

Instituciones como: IRD (Institut de Recherche pour le Developpement), Escuela Politécnica Nacional a través de la Facultad de Ingeniería Ambiental, EMAAP e INAMHI, trabajan conjuntamente para buscar alternativas que sobrelleven este hecho, como medida concreta, se ha propuesto el diseño de un Sistema de Comunicación ajustado a las condiciones físicas y geográficas que permita la transmisión de datos en tiempo real de las Estaciones Meteorológicas ubicadas en el Volcán Antisana, dejando atrás el método manual utilizado hasta la fecha que demandaba gastos de tiempo y dinero innecesarios, además que el monitoreo continuo de los parámetros ambientales, permiten una eficaz prevención de cualquier tipo de desastre.

Para su implementación se utilizaron diferentes tecnologías de transmisión como: convertidores RS232 a TCP/IP (convertir el puerto RS232 del datalogger a la tecnología TCP/IP), Spread Spectrum (transmisión desde las Estaciones Meteorológicas a la montaña Guamaní-INAMHI), GPRS (transmisión de datos desde Guamaní-INAMHI a Quito), también fue necesario realizar varios viajes a los Glaciares 12 y 15 del Antisana para ubicar los sitios donde colocar las torres de retransmisión con el objetivo de hacer un salto de señal de éstas hacia la montaña Guamaní-INAMHI y transmitir los datos vía GPRS a Quito.

Como resultado de este estudio, se conoce el enlace principal y sus componentes, Convertidores RS232 a TCP/IP, NanoStation, Modems GPRS, sus respectivas antenas externas, la familiarización en el manejo del software empleado para realizar las configuraciones pertinentes y el manejo de los datos obtenidos. Desarrollando manuales que indican el funcionamiento, mantenimiento, y la reposición de equipos.

Y finalmente se ha realizado pruebas de campo, explicando los resultados óptimos confirmando que este sistema es factible para su implementación.

SUMMARY

The temperature of our planet is perfect for life; However, nowadays this situation of balance is in danger. Temperatures around the world have increased approximately 0.75 ° C causing the melting of glaciers, including the Antisana.

Institutions such as: IRD (Institut of Recherche pour le Developpement), Escuela Politécnica Nacional through the Faculty of environmental engineering, EMAAP and INAMHI, working together to look for alternatives to sobrellevar this fact, as a concrete measure, proposed a system of communication design adjusted to the physical and geographical conditions that enable the transmission of real-time data from the meteorological stations located in the Antisana volcano, leaving behind the manual method used to date that demanded spending unnecessary time and money, in addition to the continuous monitoring of environmental parameters, allow the effective prevention of any type of disaster.

Different transmission technologies were used for their implementation: converters RS232 to TCP/IP (convert the RS232 port of the datalogger technology TCP/IP), Spread Spectrum (transmission from the meteorological stations mountain Guamaní – INAMHI), GPRS (transmission of data from Guamaní-INAMHI Quito), was also necessary to make several trips to the glaciers 12 and 15 of the Antisana to locate sites where to place the towers relay with the goal of making a leap of signal of these towards the mountain Guamaní-INAMHI and transmit the data via GPRS to Quito.

As a result of this study, referred to the main link and its components, converters RS232 to TCP/IP, NanoStation, GPRS Modems, their respective external antennae, familiarization in the management of the software used to make the relevant settings and data management. Developing manuals indicating the operation, maintenance, and replacement of equipment. And finally has been field testing, explaining the results optimal confirming that this system is feasible for its implementation.

PRESENTACIÓN

El objetivo de esta investigación es realizar el diseño de un Sistema de Comunicación en tiempo real entre tres Estaciones Meteorológicas ubicadas en el Volcán Antisana y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología en Quito.

En el capítulo 1 indica una introducción acerca del volcán Antisana, su reserva ecológica la situación actual y los problemas presentes del programa de monitoreo, se especificarán los equipos que se encuentran instalados en las diferentes Estaciones Meteorológicas, sus diferentes parámetros y la toma de datos en la actualidad.

En el capítulo 2, se realizara los diseños de los sistemas de comunicación (Vsat, Spread Spectrum y celular GPRS), las características y los procedimientos necesarios para llevar a cabo la implementación del sistema de comunicación, y se especificará una alternativa para un sistema de Back Up.

En el capítulo 3, se llevará a cabo la parte administrativa del sistema de comunicación, los enlaces, principales. Se especificará un programa de mantenimiento, supervisión del sistema de transmisión y de las diferentes estaciones. Se analizara la posibilidad del recambio de equipos en el futuro.

En el capítulo 4, se mostrarán los datos de las pruebas de campo, se emitirán conclusiones del proyecto y las recomendaciones que sean necesarias.

1 ANTECEDENTES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1 INTRODUCCIÓN

El volcán Antisana es parte de la cordillera de los Andes, se encuentra en el cantón Quijos, se puede acceder a este volcán a través de un sendero ubicado en el sector del Tambo, parroquia de Papallacta provincia de Pichincha. Es el cuarto volcán más alto del Ecuador. Antisana proviene de un vocablo Cañarí que significa cordero o montaña oscura. Es un volcán activo que ha crecido sobre un caldero anterior. Se calcula que su edad bordea los 800.000 años. El flujo de lava que hay en los alrededores ha salido por las grietas y no es producto de alguna erupción. Es un estratovolcán formado sobre los restos de una caldera anterior con un diámetro de 1.800 m que se abría hacia el oriente, flujos de lava recientes pueden encontrarse tanto en los flancos del volcán como en las proximidades. Este enorme macizo tiene 5.758 metros de altura y 14 kilómetros de base. El Clima es húmedo, con temperaturas que van desde bajo cero hasta los 12° a 18° C. lo que proporciona un agradable clima temperado. Aquí predominan dos estaciones, Invierno: Noviembre-Febrero y Verano: Marzo-Octubre.

El volcán Antisana ha presentado en épocas históricas erupciones no explosivas, a lo sumo nubes dispersas de ceniza y vapor de agua, sin embargo la característica principal de este volcán, son sus lavas espesas que han recorrido decenas de kilómetros incluso en tiempos recientes y que han surgido de erupciones de fisura no procedentes del cráter. Este caso de erupción es único en los volcanes del Ecuador. El Antisana ha tenido varias erupciones históricas en 1728 se formó el flujo de lava Antisanilla cuyo punto de emisión está localizado 12 km al Sureste de Píntag mientras que en 1773 fue emitido el flujo de lava de Potrerillos que alcanzó el Río Papallacta. Humboldt también habló de actividad en el Antisana en 1801.

1.1.1 LOCALIZACIÓN

El Volcán Antisana está ubicado en los límites de la provincia de Pichincha y Napo, en la cordillera Real a una distancia de 50 Km. al Sureste de Quito y a 30 Km. al Oeste de Baeza.

1.1.2 FLORA

Se trata de vegetación típicamente achaparrada, con hojas vellosas y gruesas que le permiten soportar los vientos y las temperaturas drásticamente bajas. En lo que respecta a flora se puede observar llamativos bosques de chuquiragua.

- Plantas Nativas: Almohadillas chuquiraguas, frailejones, musgos, orquídeas, parches de bosques de polilepis, pumamaqui, árboles de cedro, cedrillo, nogal, canelo, arrayán. Bosque húmedo tropical.



Figura 1.1 Vista del Volcán y Reserva Ecológica Antisana

1.1.3 FAUNA

Un conjunto de paredes rocosas que constituían hasta, hace poco uno de los principales dormideros y sitios de descanso del cóndor andino. Hoy en día recibe esporádicas visitas de esta especie.

- Especies Simbólicas: Algunos tipos de patos, curianguines, quilicos, gligles, gaviotas de la sierra, colibríes, lobos de páramo, cervicabras, venados de cola blanca, conejos, ciervos enanos, murciélagos, osos de anteojos, pumas, dantas, armadillos, monos, chucuris y zorrillos.

1.1.4 ATRACTIVOS

- Andinismo: Una de las actividades que se realiza en este lugar es la escalada, pero para ello se requiere una debida aclimatación por lo que se recomienda ascender montañas pequeñas como el Iliniza Norte, en Imbabura o el Pichincha que no sobrepasan los 3.500 m. los mismos que no tienen glaciar y son de fácil acceso desde Quito.
- Flujo de lava de Antisanilla: Es un flujo de lava que emergió de la tierra, no del cráter del Antisana, como podría pensarse y que al enfriarse dejó su huella evidente en el terreno en forma de curiosas olas de piedra que vale la pena admirarse. A su costado, por el represamiento del río Isco, este mismo flujo de lava ocasionó, que se formaran las verde oscuras lagunas de Secas, son famosas por su facilidad que presta para la pesca.
- Laguna Muerte Pungu: Se encuentra ocupando el fondo de la caldera de la elevación que lleva el mismo nombre, cuyo pico más alto se denomina El Predicador. Como la mayoría de lagunas en la zona, es muy apta para la pesca. Su acceso, en vehículo, se da por el sector del barrio Santa Rosa, cerca a Píntag.
- Laguna Santa Lucía ó Mauca Machay: Es también un lugar preferido para la pesca y para acampar pues sus alrededores ofrecen un paisaje hermoso típico

de altura. Se puede llegar a ella por un desvío desde el camino de acceso principal.

- **Actividades Turísticas.** En los alrededores del volcán se puede realizar un sin número de actividades como paseos a caballo, excursión, campismo, pesca deportiva, fotografía, observación de flora y fauna, investigación científica, etc.

1.1.5 POBLADORES

Actualmente existen, en la zona de influencia de la Reserva haciendas tradicionales de la serranía ecuatoriana; Pinantura, Antisana y Antisanilla son quizá las últimas. Aquí persiste aún la costumbre de revivir, a manera de una fiesta tradicional, las actividades del repunte, rodeo y lidia del ganado bravo, devolviendo al chagra su dimensión heroica; los chagras muestran sus habilidades en el manejo del ganado, aperos e indumentaria especial, que aún puede observarse durante estas celebraciones.

1.1.6 AMENAZAS

La Reserva Ecológica Antisana presenta una serie de problemas que afectan a su conservación directamente.

1.1.6.1 Expansión de la frontera Agrícola y Ganadera

La crisis de la naranjilla, la introducción de ganado bovino poco productivo, el mal manejo del suelo, entre otros problemas, han ocasionado una permanente ampliación de la frontera agrícola. Hay presión sobre los bosques y páramos por la quema frecuente de pastizales en las áreas contiguas a la REA (Reserva Ecológica Antisana), porque el ganado pasta libremente. Esto se hace más visible en la parte baja de la Reserva, que también se ve afectada por la extracción de madera de forma ilegal.

1.1.6.2 Problemas de Tenencia de Tierras e Invasiones

La declaratoria legal de la Reserva afectó a numerosas propiedades privadas como la Cooperativa San José de El Tablón Alto (sector El Tablón) y la Hacienda Pinantura, que

no tiene límites definidos. Por otro lado, el INDA denunció las invasiones en los sectores Cuyuja (Hacienda Huila, sector Río Blanco) y Jamanco.

1.1.6.3 Explotación de Canteras

En la zona de amortiguamiento de la Reserva, en el caso del derrame lávico ubicado junto a la Hacienda Pinantura, se utiliza maquinaria pesada y dinamita. La sobreexplotación podría contaminar los ríos subterráneos debajo del derrame y dejar de abastecer agua al poblado de Píntag.

1.1.6.4 Contaminación de Recursos Hídricos

La pesca con barbasco y otros productos químicos ha contaminado los ríos Misahuallí, Jondachi, Hollín y Challúa Yacu.

1.1.6.5 Construcción de Infraestructura

La construcción de obras de infraestructura para proveer de agua a la ciudad de Quito ha modificado notoriamente la laguna de La Mica. Es posible que nuevos proyectos como el de los ríos orientales se constituyan también en una amenaza.

1.1.6.6 Derrames de Petróleo

La presencia de un oleoducto que atraviesa la Reserva, puede constituir un factor de contaminación en caso de eventuales derrames de crudo (Freile y Santander 2005).

1.2 DISTRIBUCIÓN DEL ANTISANA

El Antisana se encuentra ubicado: Latitud 0°29'04.63"S y Longitud 78°08'31.53"O, a una distancia de 40 kilómetros al este de la ciudad de Quito. Es un volcán con una cobertura glaciaria sobre toda su periferia, el glaciario en estudio tiene una orientación noroeste (N-O) y se encuentra ubicado entre los 4820 msnm y los 5760 msnm (Hastenrath S.,1981) Posee 1883 metros de longitud (lengua alfa) y un área total de 651701 m² para el año 2004, como se puede observar en la figura 1.2, al volcán se ha dividido en 17 partes, se ha enfocado el estudio de la parte 15 y 12 respectivamente, a la parte 15 se llama también lengua, ya que es una de las más representativas del volcán, más conocido como **GLACIAR 15**, donde se encuentra instalada la estación

ORE, se han instalado 2 estaciones más en la parte 12 conocida como Crespos que se denominarán **Glaciar 12 y Paramo 12**.

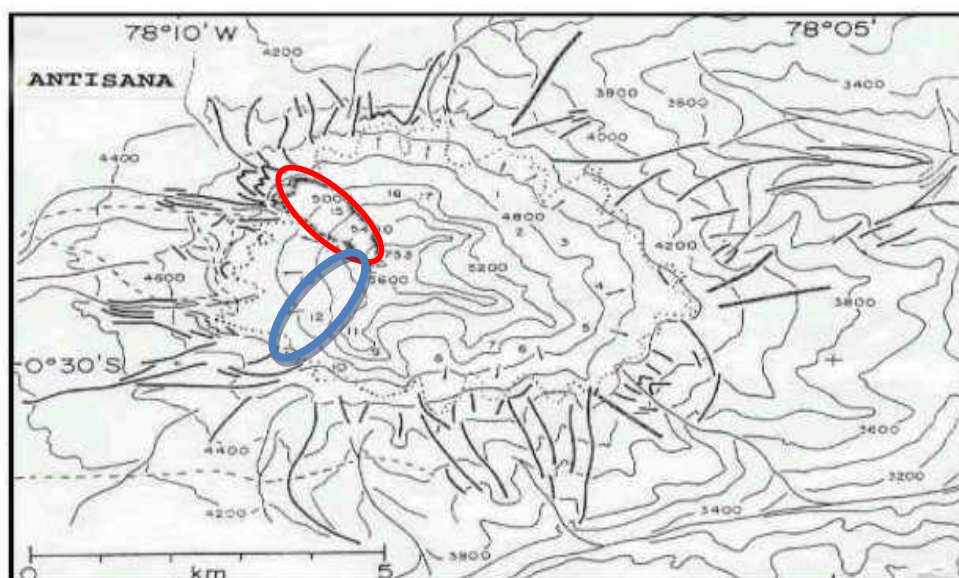


Figura 1.2 Indicación de sus 17 partes, principalmente Glaciar 15

1.3 GLACIAR 15

Desde principios de la década de los noventa, el IRD (Institut de Recherche pour Developpement), de Francia en cooperación con sus contrapartes sudamericanas ha puesto una especial atención sobre algunos glaciares ubicados en Bolivia, Perú y Ecuador mediante la implementación de una red de monitoreo, la cual suministra regularmente datos precisos sobre el balance de masa, la hidrología y el balance energético.

En el Ecuador éste programa se lleva adelante con la participación del IRD, el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología) y la EMAAP-Q (Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito).

Desde el año de 1956, la parte baja del glaciar (< 5000 msnm) se separo en dos lenguas llamadas alfa (α) y beta (β) respectivamente. El nevado Antisana es representativo de la Cordillera Oriental o Real y está directamente expuesto a los vientos húmedos que viene de la cuenca Amazónica. La Precipitación ocurre durante

todo el año y tiene un ligero descenso en los meses de noviembre y Diciembre (veranillo), la temperatura no presenta un tren estacional definido.

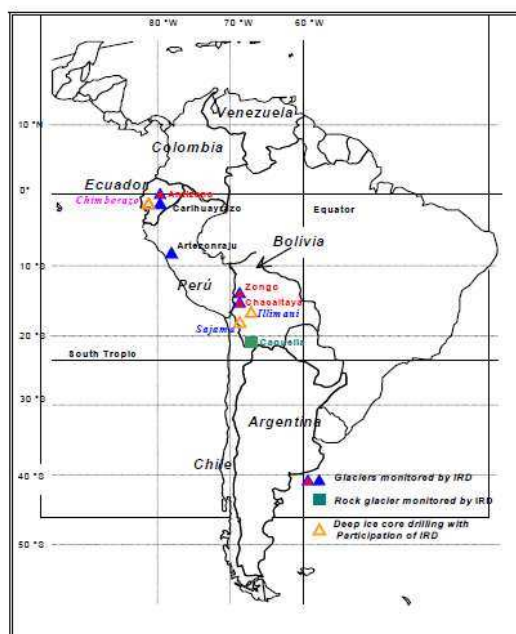


Figura 1.3 Sistema de monitoreo instalado por el IRD y sus contrapartes locales en los Andes tropicales

Información sobre la extensión de los Glaciares en el Ecuador es rara, sin embargo se dispone de Material que cubre los dos siglos pasados (Hastenrath S. 1981).

Año	Area α	Area β	Area Total	%	% de Reducción 1956-2004	% de Reducción 1993-2004
1956	465802	501835	967638	100,0	0,0	---
1965	439519	485076	924595	95,6	4,4	---
1993	375412	429262	804673	83,2	16,8	0,0
1996	351710	419926	771636	79,7	20,3	4,1
1997	340749	406431	747180	77,2	22,8	7,1
1998	333356	403950	737305	76,2	23,8	8,4
1999	342117	408331	750448	77,6	22,4	6,7
2000	365464	428634	794098	82,1	17,9	1,3
2001	346139	412772	758911	78,4	21,6	5,7
2002	322614	387266	709879	73,4	26,6	11,8
2003	308616	358023	666639	68,9	31,1	17,2
2004	300207	351494	651701	67,3	32,7	19,0

Tabla 1.1 Evolución de las áreas para las lenguas alfa y beta para el Glaciar 15

1.4 SITUACIÓN ACTUAL



Figura 1.4 Vista actual del Volcán Antisana

1.4.1 INFORME DEL INAMHI

Luis Maisincho advierte que en los últimos 100 años, la temperatura en los alrededores de la capital, se elevó 0,12 grados por década, un factor que ha incidido en la disminución del glaciar.

La masa de hielo del Antisana posee una superficie de 12 km². “Era muy difícil realizar el estudio en toda esta extensión. Por eso se escogió una lengua glaciar representativa”.

Al glaciar seleccionado se lo denominó 15 Alfa y está localizado en el noreste del volcán. Es representativo porque está próximo a la línea ecuatorial, pero sobre todo es más accesible.

Hay un dato adicional: esta lengua glaciar alimenta directamente a la represa La Mica - Quito Sur. La Empresa Municipal de Agua Potable aprovecha su fusión (derretimiento del agua) para abastecer al sur de Quito. Eso significa que este glaciar escogido para el estudio es una reserva importante de agua natural para la capital.

Por esta razón, el estudio del glaciar es fundamental, porque a través de este se podrá determinar el impacto del retroceso en el abastecimiento de agua.

“Este es apenas el primer paso. Realizaremos otros trabajos para establecer este impacto”.

Maisincho desarrolló la investigación para obtener su maestría en Ciencias de la Tierra.

El investigador dice que el 15 Alfa, tiene una longitud de 1,8 km y un espesor promedio de 0,4 km. Gracias a la estación meteorológica ubicada a 4 800 metros sobre el glaciar, a la estación móvil y a la red de balizas (tubos) incrustados en el hielo, fue posible obtener datos ciertos sobre su retroceso.



Figura 1.5 Colocación de balizas

Desde 1994, la reducción del glaciar se mantiene, salvo en los años 1999, 2000 y 2008, cuando se registró un pequeño avance. Sin embargo, el volcán volvió a perder glaciar en otros años, en los cuales se registró un mayor derretimiento.

De acuerdo con esta investigación, el glaciar también está expuesto a los fenómenos de El Niño y La Niña. En el primer caso, hay una disminución de la nubosidad en la Sierra, la temperatura se eleva y la línea de nieve también se incrementa.

“Las precipitaciones líquidas (las lluvias) también se elevan en altitud, lo que da mayor superficie de derretimiento”.

Eso quiere decir que el derretimiento o fusión aumenta en el período de El Niño y el glaciar tiende a retroceder.

De hecho, en los años 1997 y 1998, donde la presencia de El Niño ha sido más intensa, el glaciar ha evidenciado un retroceso. Sucede lo contrario con La Niña, un fenómeno que es favorable para el glaciar.

Cuando se presenta aumenta la nubosidad; se incrementan las precipitaciones y hay una disminución de temperatura, entre los factores más relevantes.

El trabajo de Maisincho ha consistido en reconstruir la historia de ese glaciar. Evaluó los datos de temperatura registrados en 1950. Una vez realizada esta regresión es posible proyectar el futuro. En este momento, el borde del glaciar está a aproximadamente a 4 850 metros.

Si la temperatura del planeta sube de 4,5 a 5 grados centígrados hasta finales de este siglo, la cobertura glaciar del volcán Antisana se reduciría aproximadamente en un 50% en los próximos 50 años.

El nevado Antisana se encuentra aproximadamente a 40 kilómetros de Quito. Su estudio es muy importante en el campo social, económico y científico, porque ofrece: abastecimiento de agua potable para Quito (los sistemas existentes aportan con 4.5 m³/s, mientras que un caudal potencial de 19.89 m³/s será captado a futuro por la EMAAP-Q), hidroelectricidad (en la actualidad se genera 32.39 MW, y estudios preliminares estiman una generación de 61.4 MW), explotación de la actividad turística debido a su belleza escénica, piscicultura, etc.¹

¹ http://www.pacc-ecuador.org/index.php?option=com_content&task=view&id=177&Itemid=24

1.5 GLACIARES

Los Glaciares pasan por ser los mejores indicadores de la tendencia climática. Es gracias a ellos que, a partir de la primera mitad del siglo XIX, el concepto de “eras glaciares e interglaciares” se ha impuesto y que ha nacido la paleo-climatología. En este proceso, el nombre del científico suizo Louis Agassiz se destaca entre otros. Midiendo y estudiando los glaciares de una manera efectiva a partir de 1870 primero en Suiza y en Francia, luego en Escandinavia, se ha notado que los glaciares conocen variaciones periódicas: su lengua frontal avanza por un tiempo y luego empieza a retroceder. Poco a poco se trató de relacionar dichas fluctuaciones con las variaciones del clima y así nació la **Glaciología**.

Actualmente, de 100 a 150 glaciares son observados regularmente en varios macizos alrededor del mundo. A pesar de que esto constituye una cobertura poco densa para obtener una tendencia general, esta red ofrece, en el contexto de recalentamiento global de los últimos decenios, una fuente de información extremadamente útil para monitorear el clima del planeta, particularmente en regiones remotas donde la información climatológica con base en mediciones directas es escasa o inexistente².

1.5.1 ECUADOR

En la actualidad el Glaciar 15 Alfa del Antisana es el único glaciar que tiene un monitoreo intensivo en el Ecuador, otros glaciares como el Glaciar 12 (Crespos) del Antisana recientemente empezó a ser monitoreado de manera intensiva, el Glaciar Sur Oeste del Carihuayrazo tiene un seguimiento a nivel anual.

Otros glaciares son monitoreados sobre los Andes Tropicales por el IRD y sus contrapartes nacionales, incluyen Perú, y Bolivia

El monitoreo que vamos a realizar nosotros está basado en aprovechar este apoyo interinstitucional, y los datos que se obtienen hoy manualmente llegue hasta el INAMHI

² <http://www.INAMHI.gov.ec/Glaciares/CONCLUSION/conclusion.htm>

en tiempo real y que no sea necesario el viaje una vez o más al mes para su recolección.

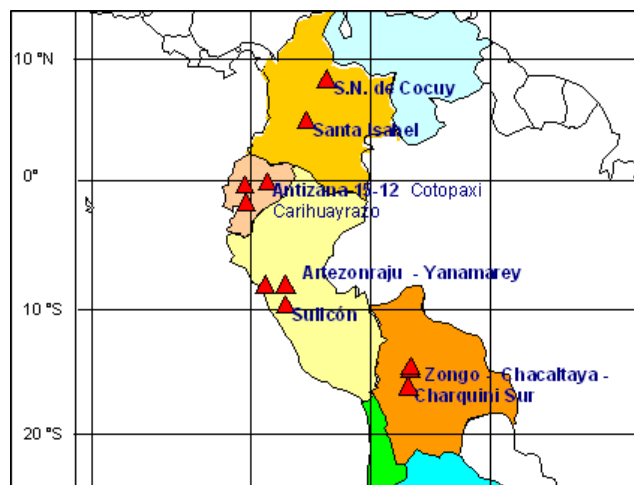


Figura 1.6 Nevados monitorizados en Sudamérica

1.5.2 COLOMBIA

En Colombia se están llevando a cabo actividades de glaciología que permiten conocer la dinámica de los nevados y su relación con el clima. Se hace seguimiento a la dinámica glaciar directamente en campo, el nevado Santa Isabel y en la Sierra Nevada de El Cocuy. Las actividades son realizadas por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia):



Figura 1.7 Medida de retroceso del frente glaciar

1.5.2.1 Retroceso del freno glaciar

Mediante puntos fijos (rocas) cerca al límite inferior del borde glaciar se mide dos veces al año la distancia del punto de referencia a la base del glaciar para así, obtener índices de retroceso anuales.



Figura 1.8 Medida de Ablación Glaciar sobre una estaca de Balance de masa glaciológico.

Se calcula cuanto pierde o gana un glaciar durante un periodo de tiempo mediante la medición mensual de pérdida y acumulación de nieve y hielo. Con estacas graduadas sobre el hielo y distribuidas sobre todo el glaciar se estima la pérdida de espesor así como la posible acumulación.



Figura 1.9 Canaleta para medir caudal de agua

1.5.2.2 Balance Hidrológico

A partir de estaciones hidrométricas en la parte baja del glaciar se hacen medidas de las aguas producto de la deglaciación, para conocer el balance hídrico de las zonas nevadas, compararlo con el balance glaciológico y determinar los posibles impactos de la desaparición de los nevados en la regulación hídrica.

1.5.2.3 Calculo de Áreas

A partir de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite de alta resolución espacial se obtiene el área para los glaciares del país permitiendo conocer su evolución desde hace cerca de 150 años.



Figura 1.10 Estación Meteorológica automática satelital

1.5.2.4 Parámetros Atmosféricos

Mediante la instalación y operación de estaciones meteorológicas automáticas satelitales de alta montaña se capturan datos sobre: radiación global, temperatura, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento. Esto permite relacionar el comportamiento de la atmósfera con la dinámica glaciar. Colombia cuenta con tres estaciones meteorológicas muy cerca de los glaciares.

1.5.3 BOLIVIA

Se eligieron primero dos glaciares representativos en la Cordillera Real (16° Sur) cerca de La Paz, los glaciares de Zongo (6000 m) y de Chacaltaya (5400 m), como contrapartes locales, la Compañía Boliviana de Energía Eléctrica (COBEE) por una parte, el Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) por otra parte. Dichos glaciares fueron rápidamente equipados con un dispositivo permanente que permite estimar el balance de masa (balizas implantadas en las zonas de acumulación y de ablación) y el balance hidrológico (estaciones de medición de regímenes líquidos que fluyen más abajo del glaciar y red de pluviógrafos y pluviómetros/nivómetros totalizadores). La velocidad superficial del glaciar y las oscilaciones de su frente son monitoreadas anualmente por medio de topografía en suelo. Además, los principales parámetros meteorológicos (temperaturas) son registrados o anotados según una periodicidad mensual o cerca de los glaciares.

Este dispositivo, que constituye el "dispositivo standard" de observación que permite establecer los balances indispensables, glaciares e hidrológicos, es desde 1993, localmente complementado en el Glaciar de Zongo, por un dispositivo de micro meteorología que comprende 2 estaciones meteorológicas completas, con anemómetros, balancímetros, termómetros e higrómetros con ventilación, una sonda de nieve que funciona por ultrasonidos, etc. A 5150 m y 5550 m, y estaciones itinerantes episódicas, durante algunos meses, entre 4900 m y 5550 m. Las primeras estaciones meteorológicas clásicas en la Plataforma COBEE (4800 m) y en la morrena oeste (5200 m), se diría que son estaciones reforzadas por la cantidad de sensores que disponen.

En 1995 finalmente, se instaló una estación hidrológica que controla los flujos del Glaciar de Charquini, situado frente al Glaciar Zongo en condiciones de exposición opuestas, a fin de caracterizar el funcionamiento de cuencas de drenaje con coberturas glaciares variables de la Cordillera Real de Bolivia.

1.5.4 PERÚ

Mucho antes de comenzar el programa NGT (Nieves y Glaciares Tropicales), los balances, en la zona de ablación, de los glaciares de Yanamarey y Uruashraju en la Cordillera Blanca, eran medidos de manera continua desde 1977 por la Oficina de Recursos Hídricos de Huaraz. Hoy en día, sus frentes y sus velocidades superficiales son monitoreados 2 veces por año, y los datos climáticos son anotados a menos de 10 kilómetros. Desde 1994, con su contraparte peruana, el ORSTOM ha reorientado y completado el sistema de medición, principalmente con la instrumentación de un nuevo glaciar, el Artesonraju con la instalación de una red de balizas, de mediciones de acumulación, de pluviómetros totalizadores y de una estación hidrológica en la desembocadura de la laguna Artesoncocha.

1.5.5 CHILE

El primer programa de monitoreo científico de glaciares rocosos en Chile en condiciones no intervenidas se dio en los años 2003 y 2004. El área de estudio está ubicada en la cuenca de la Laguna Negra (Andes de Santiago), la cual es de importancia estratégica para el abastecimiento de la ciudad de Santiago con agua potable. Según cálculos preliminares, la cuenca de Laguna Negra (35 Km²) alberga 5.0 Km² de glaciares y 4.3 Km² de glaciares rocosos. De la superficie glacial 1.0 Km² tienen cobertura detrítica y termokarst (depresión por fusión de Hielo). El programa de monitoreo incluye mediciones de desplazamiento y deformación de glaciares rocosos a través de GPS diferencial y escaneador terrestre a láser (*terrestrial laser scan*, TLS), un método nuevo y prometedor para generar modelos digitales de terreno (MDT) de alta resolución y detectar cambios geométricos tridimensionales. En diciembre del 2008 utiliza un MDL Quarry Man Pro a 150-200 m de distancia y con una densidad de 100 a 400 puntos/m². En forma paralela se monitorean las condiciones térmicas del suelo con 45 registradores repartidos en forma estratificada según altitud y radiación solar.

La red de puntos de monitoreo con GPS está constituida por 86 puntos en 8 perfiles transversales sobre dos glaciares rocosos y un glaciar cubierto. Se utilizaron equipos GPS diferencial de Trimble de frecuencia simple y doble. Los primeros resultados indican tasas promedio de desplazamiento horizontal de 25 cm/yr (desviación estándar 7 cm/yr) en perfil A y de 28 cm/yr (desv est 17 cm/yr) en perfil B del glaciar rocoso superior (3500-3700 msnm, mediciones entre abril de 2004 y abril de 2008). El glaciar cubierto con termokarst (3750 msnm) presenta tasas más elevadas, con un promedio de 35 cm/yr (desv est 19 cm/yr) en perfil C y 41 cm/yr (desv est 11 cm/yr) en el perfil D, más al interior de la zona con termokarst. El perfil D también presenta una elevada velocidad vertical de 17 cm/yr (des est 7 cm/yr), comparado con -3 a -6 cm/yr en los otros perfiles. El glaciar rocoso inferior (3300-3400 msnm) alcanzó una tasa horizontal de 32 cm/yr (desv est 17 cm/yr) entre diciembre de 2008 y abril de 2009 con importantes patrones espaciales³.

1.6 ESTACIÓN ORE

La estación ubicada en el Glaciar 15 con sus coordenadas Latitud 0°28'26.16"S y Longitud 78° 9'13.19"O, se encuentra monitoreando el volcán desde fines del 2007 los datos se toman de forma manual, yendo una vez al mes al menos. La variación del cambio climático ocasiona mayor tiempo en el viaje, como observamos a continuación, había nevado la noche anterior, se encontraba nublado, y con capa de nieve.



Figura 1.11 Estación ORE

³ http://cursos.puc.cl/geo5021-1/almacen/1300839470_cghenriq_sec3_pos0.pdf

1.6.1 DESCRIPCIÓN

La estación se encuentran ubicada en el Glaciar 15, consta de un datalogger Campbell, es un mini computador, encargado de almacenar los datos de los sensores, consta de 12 sensores que nos dan varios parámetros ambientales como son: viento, nubosidad, temperatura, humedad. Etc.



Figura 1.12 Vista del Datalogger instalado en la Estación ORE

1.6.1.1 Datalogger Campbell Scientific CR23X

En la figura 1.12 se encuentra una foto del datalogger instalado en la ORE.



Figura 1.13 Descripción del Datalogger y sus componentes

a) Conexiones de entrada / salida

Conexión de sensores de potencia y periféricos, aquí se encuentra conectados los 12 sensores.

b) Pantalla alfa numérica

Tiene 24 caracteres por 2 líneas, permite ver las instrucciones, menú de ayuda, datos históricos y en tiempo real.

c) CS I/O

Puerto de datos, almacenamiento de los periféricos tales como, teléfonos, RF, módems a corta distancia y almacenamiento de módulos, aquí tenemos conectados uno de los sensores

d) Puerto R232

Puerto R232 conector para la computadora, encargado de la descarga de los datos y el cual se utilizara para la comunicación vía Spread Spectrum.

e) Interruptor de Encendido

Permite el control del equipo, es el encargado de prender y apagar el equipo, opcionalmente puede trabajar con baterías alcalinas o recargables.

f) 16 Caracteres de Teclado

Permite programar y realizar la introducción manual de comandos de datos, este se utiliza para cambiar los tiempos de medición de los parámetros y manipular el datalogger.

g) Conector de Energía

Terminales para conectar a una fuente de alimentación externa, aquí se encuentra colocado un regulador de voltaje al fin de que el datalogger pueda funcionar con un panel solar y tener una batería recargable al fin de tener todo el tiempo energía para poder realizar el almacenamiento de los valores de cada sensor.



Figura 1.14 Vista de la estación ORE de la parte superior del Volcán

1.6.2 SENSORES INSTALADOS

Aquí en esta tabla se encuentra especificados los 12 sensores, instalados en la estación.

Variable, Unidad	Tipo de Sensor (altura medida en m sobre el terreno)	Precisión dada por el constructor
Precipitación, mm	Géonor T-200B (1,83m)	±0,1mm
Precipitación, mm	Davis Rain Collector II (1,4m)	±0,2mm
Precipitación, cm	Pluviómetro Totalizador (1,31m)	±0,1mm
Temperatura del aire, °C	Vaisala HPM45C-ventilada (1,6m)	±0,2 °C
Temperatura del aire, °C	Pt100- no ventilada (1,7m)	±0,5 °C
Humedad Relativa, %	Vaisala HPM45C-ventilada (1,6m)	±2% sobre [0-90%] ±3% sobre [90-100%]
Velocidad del viento, m s ⁻¹	Young 05103, (2,17m)	±0,3 m s ⁻¹
Dirección del viento, grados	Young 05103, (2,17m)	± 3 deg

Radiación de onda corta incidentes y reflejada, $W m^{-2}$	Kipp&Zonen CM3 0,305<1<2,8 μm , (1m)	$\pm 10\%$ sobre la suma diaria
Radiación de onda larga incidentes y emitidas por la superficie $W m^{-2}$	Kipp&Zonen CG3 (1m)	$\pm 10\%$ sobre la suma diaria
Temperatura del suelo, $^{\circ}C$	Termocuplas Cu-Cst (-3, -10, -30cm)	$\pm 0,2^{\circ}C$
Flujo de calor del suelo $W m^{-2}$	Huksefluk HPF01, (-3cm)	$60\mu V/Wm^{-2}$
Acumulación/Ablación mm	Sonda de ultrasonidos SR50, (1,31m)	± 1 cm

Tabla 1.2 Sensores de la estación ORE

1.6.2.1 Medidor de Precipitación Géonor T-200B



Figura 1.15 Modelo de un sensor T-200B

El T-200B ha sido diseñado para medir durante todo el año la precipitación acumulada (sólido o líquido), así como la intensidad de la precipitación. La cantidad de precipitación se mide por única vibración de hilos de pesaje transductor GEONOR. A pesar de su simplicidad, el medidor es muy preciso y fácil de instalar y mantener.

El medidor ha sido diseñado para funcionar en zonas remotas sin calefacción, con fuentes de alimentación adecuada de las baterías y paneles solares, calentadores eléctricos de entrada se pueden utilizar para minimizar el “tapado” de la entrada.

Por el principio de medición no hay piezas móviles. La precipitación, el aceite y anticongelante en el recipiente se pesan con un sensor. Este estará en función de la tensión en el cable debido al aumento de las precipitaciones recogidas. El principio de medición es muy adecuado para lugares remotos. Es un indicador para medir la acumulación de precipitación total y las tasas de precipitación.

1.6.2.2 Medidor de Precipitación Davis Rain Collector II



Figura 1.16 Pluviómetro de Precipitación

El Rain Collector II está diseñado para utilizarse en cualquier tipo de “Estación meteorológica”. Cada estación puede mostrar las precipitaciones en pulgadas o en milímetros.

Componentes

El Colector de lluvia II incluye los siguientes componentes.

- Colector de lluvia con cable: Viene con el cono fijado a la base y tiene 40 '(12m) de cable.
- Residuos de la pantalla: Esta pantalla se coloca en el embudo del pluviómetro para ayudar a prevenir, que los desechos obstruyan al agujero del embudo.

- Adaptador de métrica de lluvia: Este adaptador añade peso al mecanismo de inclinación, se puede ajustar a cada 0,2 mm de lluvia en lugar de cada “0.01”.

1.6.2.3 Medidor de Precipitación Pluviómetro Totalizador



Figura 1.17 Pluviómetro de Precipitación Totalizador

Un pluviómetro totalizador es un aparato capaz de almacenar la precipitación durante un cierto tiempo, generalmente un año entero, por este motivo también se utilizan como nivómetros. Se fabrican en hierro galvanizado y son de enormes dimensiones y robustez, ya que deben estar diseñados para ser instalados en montañas y lugares poco accesibles, con lo cual han de ser capaces de soportar fuertes vientos y rigores climáticos extremos. El tamaño de la boca suele ser de 500 cm² y por tanto mayor que la del pluviómetro normal, aunque también existen del mismo tamaño. La boca de recepción debe estar calibrada y suele llevar además protecciones cortavientos, pantallas y rejillas especiales, para que la ventisca no saque la nieve.

Una vez instalado, se lo prepara añadiéndole un determinado volumen de cloruro cálcico, con el fin de que el agua no se hiele durante los meses fríos, pero tomando la precaución de no echarlo directamente en el fondo del totalizador pues lo deteriora. Por el contrario, hay que realizar previamente una solución en agua, midiendo exactamente su capacidad total final, y aún así, el ataque es inevitable. Después se le añade un determinado volumen de aceite técnico blanco, que tiene por misión cubrir la superficie del agua para que esta no se evapore.

1.6.2.4 Medidor de Temperatura y Humedad Relativa, Vaisala HMP45C



Figura 1.18 Pantalla protectora de Sensores de Humedad y Temperatura

La medida de temperatura se realiza mediante un sensor de temperatura Pt1000, que se basa en la variación de la resistencia del platino con la temperatura.

La humedad relativa se mide mediante un dispositivo capacitivo de estado sólido, que cambia sus características eléctricas respondiendo a variaciones de humedad, de tal manera, que al absorber la humedad disminuye la capacidad. Estos cambios son detectados, linealizados y amplificados por un circuito electrónico situado en la sonda, que además, compensa la humedad relativa con la temperatura.

1.6.2.5 Sensor de Temperatura y Humedad relativa HMP45C



Figura 1.19 Sensor de Temperatura

El sensor HMP45C se caracteriza por su buena estabilidad a largo plazo y bajo consumo, y es ideal para aplicaciones científicas e industriales. Utiliza el elemento sensor de HR (Humedad Relativa) Vaisala HUMICAP. Puede utilizarse en un amplio rango de medios y tiene una alta precisión y una despreciable histéresis. Insensible al polvo y con buena tolerancia a los agentes químicos.

- Usa un PRT (Termómetro de Resistencia de Platino) para medida de la temperatura, chip capacitivo para HR
- Precisión $\pm 2\%$ del 10-90% HR; $\pm 3\%$ del 90-100% HR
- 24mm diámetro; 240mm longitud
- Se recomienda protector de radiación URS1 para uso, a la intemperie
- Cabezal HMP41 disponible para facilitar la calibración.

Características sonda VAISALA HMP45C (CAMPBELL).

Variable meteorológica	Rango de medida	Sensor	Unidades de medida
Temperatura	-39,2 °C; +60 °C	$\pm 0,2$ °C	° C
Humedad relativa	0,8 - 100 %	± 2 %	%

Tabla 1.3 Características sonda Vaisala HMP45C (Campbell)

1.6.2.6 Sensor de Temperatura PT100 No Ventilada



Figura 1.20 Medidor Temperatura del Aire

Los termómetros de resistencia de platino (PRT), Ofrecen una excelente precisión en un amplio rango de temperaturas (-200 a 850 °C). El principio de funcionamiento consiste en medir la resistencia de un elemento de platino. El más común tiene una resistencia de 100Ω a 0 °C y 138.4 Ω a 100 °C. La relación entre la temperatura y la resistencia es aproximadamente lineal en un rango de temperaturas pequeñas: por ejemplo, si se asume que es lineal en el rango de 0 a 100 °C, el error a 50 °C es de 0,4 °C. Para la medición de precisión, es necesario linealizar la resistencia para dar una temperatura exacta. La definición más reciente de la relación entre la resistencia y la temperatura es Norma Internacional de Temperatura 90 (SU-90).

1.6.2.7 Medidor de Velocidad y Dirección del Viento Young 5103

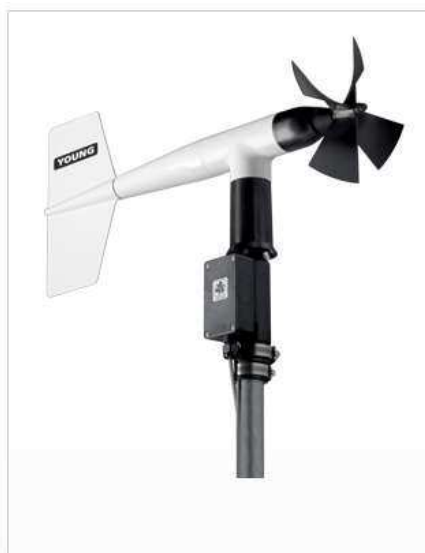


Figura 1.21 Veleta Young

Es un sensor de rendimiento que mide la velocidad del viento. Robusto, resistente a la corrosión, por su construcción lo hace ideal para una amplia gama de aplicaciones de medición de viento. Consta de una hélice de cuatro palas helicoidales, la rotación de la hélice produce una señal de tensión sinusoidal. El sensor de dirección del viento es una paleta robusta pero ligera, el ángulo de la veleta es detectado por un potenciómetro de precisión. Construido de plástico protegido de rayos UV con acero inoxidable y aluminio

anodizado. El sensor se puede montar en un tubo estándar de 1 pulgada. Proporciona un calibrado de corriente de 4-20 mA para cada canal y un rango de voltaje 0-5 Voltios.

Especificaciones

Rango: 0-100 m/s (224 mph), 0-360°

Velocidad Precisión del viento: ± 0.3 m/s (0.6mph) o 1% de la lectura, la dirección del viento: ± 3 grados

Temperatura de Funcionamiento: -50 a 50 °C

Umbral: Hélice 1.9 m/s (2.2 Mph) vane: 1.1 m/s (2.4 millas por hora)

1.6.2.8 Medidor de Radiación de Onda Corta Incidente y Reflejada W,m CM3



Figura 1.22 Sensor de radiación de onda corta

El CM3 es un piranómetro robusto fabricado por Kipp & Zonen. Mide la radiación solar con una pila termoeléctrica de alta calidad, protegida por una cúpula ennegrecida. La termopila ennegrecida proporciona una respuesta espectral plana para el rango del espectro solar completo. La respuesta espectral plana permite que el CM3 pueda ser utilizado bajo las copas de las plantas, cuando el cielo está nublado, y para las mediciones de la radiación reflejada.

1.6.2.9 Medidor de Radiación de onda Larga Incidente y Emitida por la superficie CG3



Figura 1.23 Sensor de Radiación de Onda Larga

El CGR3 es un Pirgeometro, diseñado para mediciones meteorológicas de baja radiación atmosférica de onda larga. Proporciona un voltaje que es proporcional a la radiación neta en el infrarrojo lejano (FIR). La baja radiación atmosférica de onda larga se deriva. Por esta razón, CGR3 incorpora un sensor de temperatura. Utiliza una ventana de silicona especialmente diseñada. En su interior hay un filtro de radiación solar. Esto se debe a que la referencia del CGR3 se calibra al aire libre con respecto a una referencia CG4, que tiene un campo de 180 grados.

Los CGR han sido mejorados en muchos puntos sobre el CG3. El CGR3 tiene un protector solar, nuevo diseño que cubre el cuerpo y el conector para reducir la temperatura del instrumento para aumentar la precisión. El diseño de los instrumentos para el uso de los Kipp & Zonen tienen unas placas de montaje.

La base de los instrumentos contiene los orificios de montaje, un nivel de burbuja y patas niveladoras para una exacta nivelación. Para facilitar el montaje, el intercambio y la re calibración de los instrumentos tienen un conector resistente al agua. La norma suministra 10 m, de cable blindado, un conector resistente al agua. La dependencia de la temperatura y su respuesta direccional fue mejorada para aplicaciones meteorológicas y agrícolas.

1.6.2.10 Termocuplas CU-CST



Figura 1.24 Termocuplas para medir Temperatura del Suelo

Consiste en dos metales no similares que genera una corriente en el circuito, cuando sus juntas se mantienen diferentes. La magnitud de esta corriente depende de la clase de metales usados y de las temperaturas de las juntas.

Los alambres para fabricar una termocupla se escogen de acuerdo a lo siguiente:

- Resistencia a la corrosión, oxidación, reducción y cristalización.
- Desarrollo de una F.E.M. relativamente alta.
- Una relación entre temperatura y F.E.M. de tal manera que el aumento de ésta sea aproximadamente uniforme al aumento de la temperatura.

No se puede evitar el deterioro de los termopares a temperaturas altas. Mientras mayores sean éstas y más desfavorables las condiciones de operación. Una atmósfera altamente oxidante, corta la vida útil de la termocupla. Esta condición se encuentra con alguna frecuencia y se puede notar su existencia por el aspecto del alambre de la termocupla. Se forma una gran cantidad de costra (oxidación) que fácilmente se desmorona y ocasiona variaciones en los valores a obtener.

1.6.2.11 Sensor de Flujo de Calor del Suelo Hukseflux HPF01



Figura 1.25 Placa de Flujo de calor / Sensor de Flujo de Calor

El HFP01 es el más popular del mundo como sensor de calor, mide el flujo de calor en el suelo, así como a través de paredes y cubiertas de edificios. Mediante el uso de un cuerpo compuesto de plástico. Sirve para medir el calor que fluye a través del objeto en el que se incorpora o en el que se monta. El sensor HPF01 es una termopila. Esta mide, la temperatura diferencial a través de la cerámica, compuesto de un cuerpo de plástico, el HPF01 es de trabajo completamente pasivo, genera una pequeña tensión de salida proporcional al flujo de calor local. Para una lectura solo necesita un voltímetro de precisión que funciona en mili voltios. Para calcular el flujo de calor, la tensión debe ser dividida por la sensibilidad, una constante que se suministra con cada instrumento.

1.6.2.12 Sonda de ultrasonidos SR50 Acumulación / Ablación



Figura 1.26 Sonda de ultrasonido

El SR50 es un sensor que da una medida de distancia, robusto, que funciona por ultrasonido. Mide el período de tiempo entre la emisión y recepción de un pulso ultrasónico. Puede ser utilizado para medir el grosor o nivel de la nieve, es conveniente para realizar una medida de temperatura del aire para corregir en función de la velocidad de propagación del sonido en el aire. Basado en microprocesadores, el SR50 utiliza un algoritmo único de tratamiento de la señal, que asegura la fiabilidad de la medida. El SR50 es compatible con los datalogger Campbell Scientific. Dispone de salidas SDI-12, ASCII RS232 y pulsos.

1.7 ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAMA



Figura 1.27 Estación Meteorológica Móvil Samba

La estación Sama móvil se colocó en el Glaciar 15, consta se los siguientes sensores.

Variable, Unidad	Tipo de sensor (Altura de medida m sobre el terreno)	Precisión dada por el constructor
Temperatura del Aire °C	Vaisala HPM45C (1,6m)	± 0,2 °C
Humedad Relativa, %	Vaisala HPM45C (1,6m)	±2% sobre [0-90%] ±3% sobre [90-100%]
Dirección del viento, grados	Young 05103 (2,17m)	± 3 deg
Radiación del viento, grados	Kipp&Zonen CM3	± 10 % sobre la suma diaria
Radiación de onda corta incidentes y reflejadas, W m ⁻²	0,305<1<2,8μ,m, (1m)	

Tabla 1.4 Características de sensores instalados Estación SAMA

La estación meteorológica móvil, comprende una consola dotada de un módulo de control que procesa las señales procedentes de sensores que miden diferentes parámetros, los cuales almacenan en una memoria, se caracteriza porque el módulo de control está conectado a un módulo de posicionamiento global (GPS) para obtener y almacenar el resultado de los parámetros medidos junto con las coordenadas de la posición de la estación. Se, caracterizada porque la consola tiene un circuito de reloj

que está conectado al módulo de control, relaciona los parámetros obtenidos con las coordenadas geográficas y la hora en que se fue efectuada cada medida, el módulo de control comprende medios de comparación y algoritmos de los parámetros medidos con un margen de valores previamente establecidos para generar una alarma cuando la medida realizada está fuera de los márgenes, además el módulo de control, conectado a un módulo de señalización de alarmas, se activa al detectarse una variación, tiene indicadores ópticos y/o acústicos.

La estación en este momento se encuentra en mantenimiento, el trípode sufrió un deterioro apresurado debido a la variación climática, se reemplaza el trípode, para ser colocada nuevamente.

1.8 RECOLECCION DE DATOS ESTACIÓN ORE

Para la obtención de datos de la estación ORE (Campbell) del glaciar 15 α , se lo realiza actualmente, llevando un computador portátil **especial** que soporte bajas temperaturas, para descargar la información del mes, esto lleva a la pérdida de un día entero de labores, ya que el viaje toma alrededor de tres horas y treinta minutos en llegar hasta las faldas del Volcán, para luego escalar, lo que demora según la situación climática, actualmente hay ocasiones que el vehículo no puede acceder al sitio acostumbrado, por lo que toca ascender desde un poco más abajo, como se puede observar, en la figura 1.28 había caído nieve toda la noche y se hizo imposible seguir subiendo en el carro 4x4 y toco subir a pie un trecho más largo.



Figura 1.28 Tomada en la primera excursión al Volcán Antisana

El archivo obtenido después de un mes de recolección de datos es el de la figura 1.29, se puede ver que pesa 400 Kbyte si eso se dividiría para 30 días que tiene un mes en promedio, se obtiene datos por alrededor de 14 Kbyte diarios, eso es lo que se transmitiría en este momento al día, por estación.

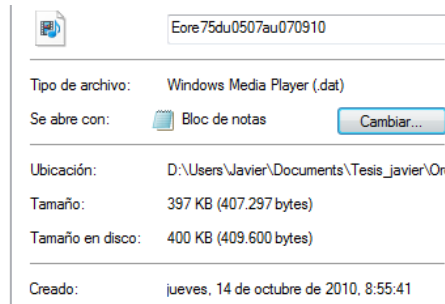


Figura 1.29 Indica el peso de datos obtenidos en un mes

Como se puede observar en la Figura 1.30, los datos obtenidos son en bruto y se requiere de programas especiales para leer los datos, estos programas son suministrados por la empresa que vende los equipos, (o vienen precargados), pero en ciertos casos es necesario realizar actualizaciones vía internet. En este caso hemos utilizado el bloc de notas y como se puede observar son transparentes para cualquier persona, pero a su vez inentendibles ya que salen desordenados.

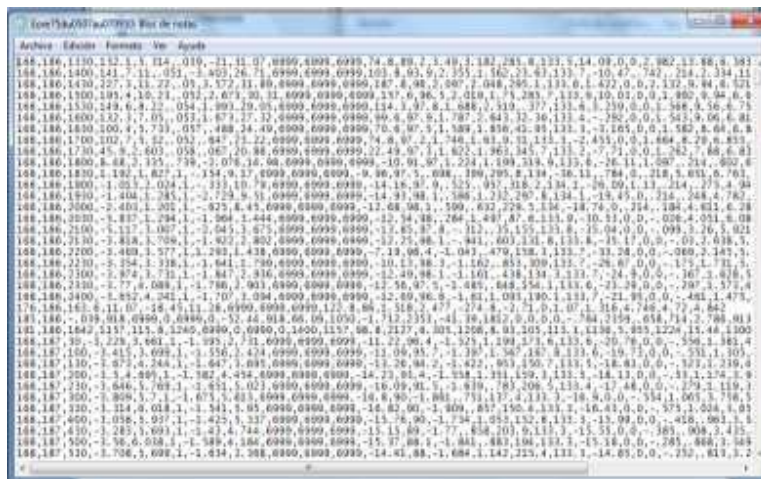


Figura 1.30 Datos en el Bloc de notas

Sé utiliza un programa para lectura de datos de estaciones Meteorológicas conocido como Gealog que puede ser descargado vía internet, aquí los datos se nos presentan de una forma ordenada, pero para obtener de esta forma, es decir en una tabla donde también pueda ser exportable a Excel, se debe realizar una serie de pasos, como los explicaremos a continuación.

1.8.1 PROGRAMA GEALOG DE LA MARCA LOGROTRONIC

Programa proporcionado por la empresa Logotronic, empresa fabricante de equipos para Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas.



Figura 1.31 Logotipo del Gealog

Al dar doble clic sobre el logotipo y obtenemos la siguiente pantalla:



Figura 1.32 Indica cargando el Gealog en Windows

Luego se obtiene:



Figura 1.33 Pantalla principal Gealog

Pantalla que indica que Gealog se encuentra lista para recibir órdenes del operador

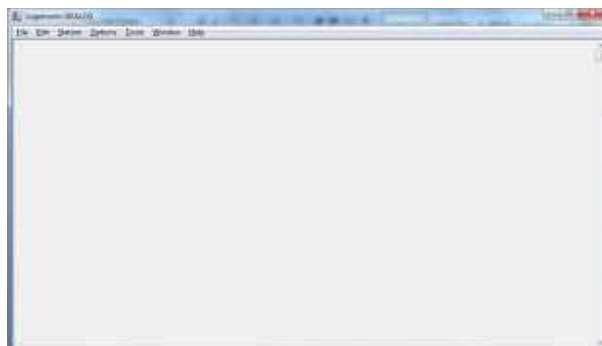


Figura 1.34 Pantalla lista para trabajar

En este caso los datos que se van a mostrar, fueron extraídos, con un flash memory, del puerto Usb, Ahora se ubica en **File**, buscar la opción **Import**, damos clic en **Memory Stick** y obtenemos el archivo de la memoria donde aparece el nombre de la estación en este caso **M0003**:

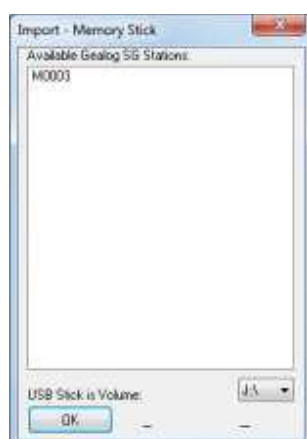


Figura 1.35 Archivo de la Memoria M0003

Ahora se ubica nuevamente en **File**, **New**, **Table** y se obtiene la siguiente pantalla.

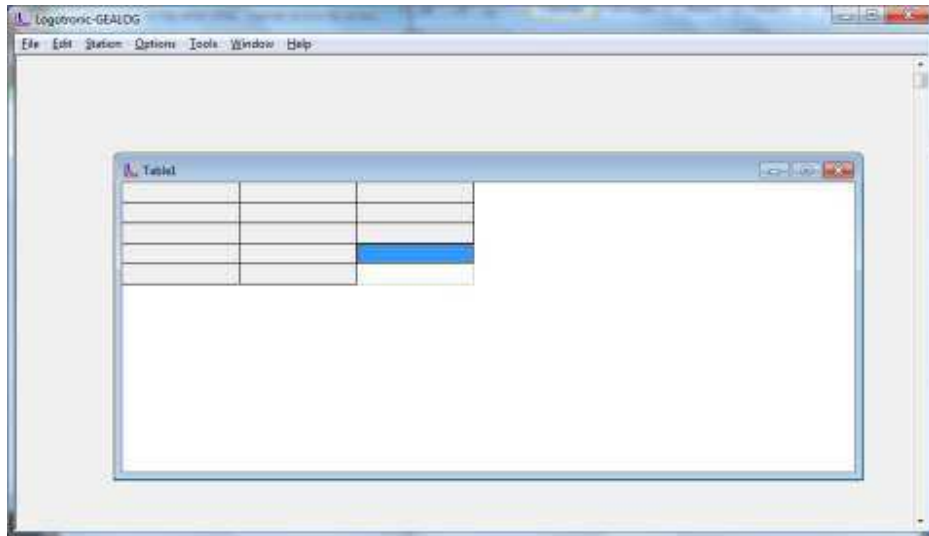


Figura 1.36 Pantalla lista para recibir datos

Se ubica en **Edit**, **Select Data** aparece la siguiente pantalla, se selecciona datos meteorológicos, y se coloca en la columna M0003 y con la flecha para abajo se copia automáticamente los datos a la columna de alado, y se da clic en ok.

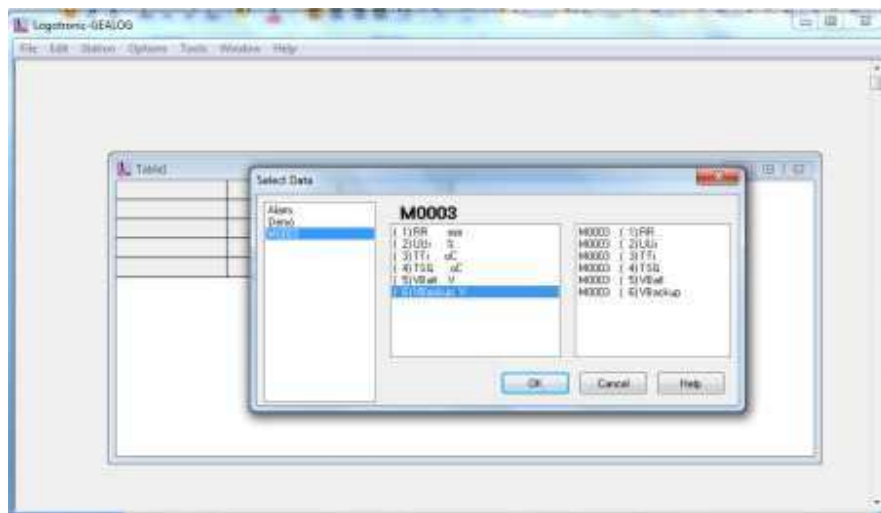


Figura 1.37 Transferencia de datos de la memoria al programa

Luego de haber dado ok aparece la tabla con los valores de los últimos días que haya almacenado el datalogger.

Time	RR (mm)	UU (%)	TT (°C)	TSG (°C)	VBatt (V)	Backup (V)
2009/09/01 00:00	0.0	0.0	58.3	0.0		
2009/09/01 01:00	0.0	0.0	59.3	0.0		
2009/09/01 02:00	0.0	0.0	58.7	0.0		
2009/09/01 03:00	0.0	0.0	59.4	0.0		
2009/09/01 04:00	0.0	0.0	58.8	0.0		
2009/09/01 05:00	0.0	0.0	59.7	0.0		
2009/09/01 06:00	0.0	0.0	58.9	0.0	19.87	
2009/09/01 07:00	0.0	0.0	58.9	0.0		
2009/09/01 08:00	0.0	0.0	58.9	0.0		
2009/09/01 09:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 10:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 11:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 12:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 13:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 14:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 15:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 16:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 17:00	0.0	0.0	58.4	0.0	19.85	
2009/09/01 18:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 19:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 20:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 21:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 22:00	0.0	0.0	58.4	0.0		
2009/09/01 23:00	0.0	0.0	58.4	0.0		

Figura 1.38 Los datos obtenidos ordenadamente

En este caso de las estaciones Meteorológicas Logotronic se obtienen los siguientes parámetros ambientales, con sus respectivos significados como se observa en la tabla 1.5, como se manejan una cantidad mayor de estaciones se ha buscado facilitar el estudio y se ha cambiado los parámetros por códigos como se observan en la tabla 1.5:

Variable	Código Datalogger	Código INAMHI	Valor Min	Valor Max
Precipitación	RR	1074	0.0 mm	409.5
Humedad	UU	1045	0.0%	255.9%
Temperatura del Aire	TT	1165	-40°C	60°C
Temperatura del Equipo	TSG	2006	-40°C	60°C
Voltaje de Batería	VBatt	2005	0.00 V	20.0 V
Voltaje de Backup	Backup	2007	0.00 V	5.0 V

Tabla 1.5 Significado de Variables Ambientales

2 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACION

2.1 INTRODUCCION

Se realizaran los diseños de los sistemas de comunicación (Vsat, Spread Spectrum y celular GPRS). Se especificarán los diseños de los tres modelos, las características y los procedimientos necesarios para llevar a cabo la implementación del sistema de comunicación, desde las estaciones ubicadas en el Volcán Antisana a las diferentes morrenas incluyendo también el enlace a la Torre Guamaní de la EMAAP-Q, con la tecnología Spread Spectrum utilizando los equipos llamados Nanostation 2 adquiridos por el INAMHI, desde la torre Guamaní se utilizara la tecnología GPRS utilizando módems Wavecom GPRS que dispone el Instituto, como enlace Back Up se ha dejado las opciones de utilizar la infraestructura de la EMAAP-Q, o usar la tecnología Vsat.

2.1.1 PRIMER ESQUEMA DE LA RED

En la estación ORE, ubicada en el Glaciar 15, el datalogger que se encuentra ahí solo consta de 2 puertos seriales RS232, aquí se va a utilizar un convertidor de RS232 a puerto TCP/IP, luego de haber obtenido los datos en TCP/IP se van a transmitir en Spread Spectrum, no se puede transmitir directo a la montaña Guamaní-EMAAP-Q, se debe hacer una repetición en la Morrena 15 y luego transmitir a la montaña, para esta parte se puede transmitir utilizando equipos llamados Nano Station 2, se va a utilizar 4 equipos para cada estación, para las nuevas estaciones ubicadas en los Crespos, la estación Paramo 12 y Glaciar 12 consta de un datalogger actualizado, que tiene puertos RS232 y un puerto paralelo, se buscaran alternativas para la conversión de RS232 a TCP o la facilidad de algún accesorio de la marca Campbell que nos facilite la conversión o utilizar los convertidores, después de haber obtenido la conversión TCP/IP. Igual se encontró el problema de no tener línea vista directa a la Torre Guamaní-INAMHI, entonces, también hay que instalar una repetidora en la morrena 12, donde llegarían las señales de las 2 estaciones Glaciar y Paramo, de ahí ya se podría salir a la Torre Guamaní-EMAAP-Q.

De la torre Guamaní-EMAAP-Q se ha considerado realizar pruebas de transmisión a ver si podemos transmitir los datos vía GPRS, utilizando la red de la EMAAP-Q o viendo la posibilidad de transmitir vía satélite, para evitar la posibilidad de traer los datos, personalmente ya que en caso de que no transmitan los datos los datalogger los almacenan en su memoria.

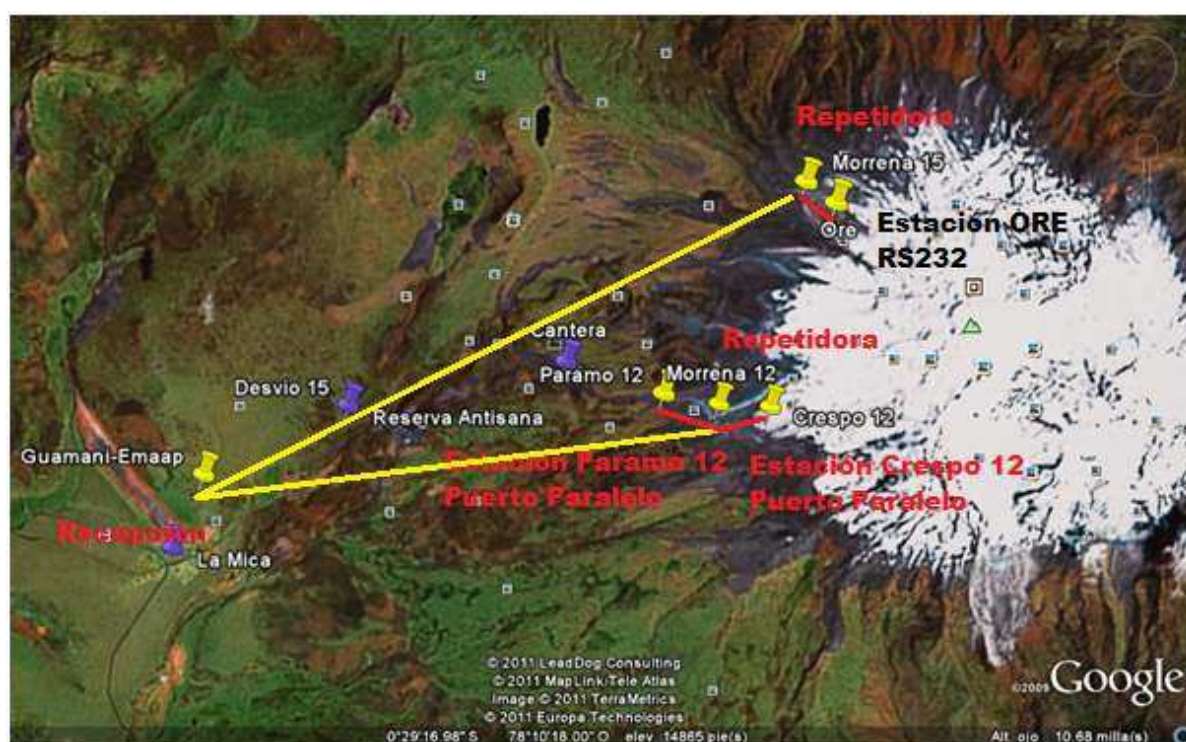


Figura 2.0 Primer bosquejo del Diseño

Para realizar un diseño se debe conocer primero que es un sistema de transmisión sus componentes y como se lo va a llevar a cabo.

Un sistema de transmisión es un conjunto de elementos interconectados que se utiliza para transmitir una señal de un lugar a otro. La señal transmitida puede ser eléctrica, óptica o de radiofrecuencia. Algunos sistemas de transmisión están dotados de repetidores que amplifican la señal antes de volver a retransmitirla. En el caso de señales digitales estos repetidores reciben el nombre de **regeneradores** ya que la

señal, deformada y atenuada a su paso por el medio de transmisión, es reconstruida y conformada antes de la retransmisión. En la transmisión digital la señal es discreta. La forma más sencilla de transmisión digital es la binaria (0, 1), por sus ventajas hace que tenga gran aceptación cuando se compara con la analógica. Estas son:

- El ruido no se acumula en los repetidores.
- El formato digital se adapta por sí mismo de manera ideal a la tecnología de estado sólido, particularmente en los circuitos integrados.

Es ventajoso transmitir datos en forma binaria en vez de convertirlos a analógico. Sin embargo, la transmisión digital está restringida a canales con un ancho de banda mucho mayor que el de la banda de la voz.

Para el sistema de comunicación se utiliza enlaces punto a punto, es aquel que conecta únicamente dos estaciones en un instante dado. Se puede establecer enlaces punto a punto en circuitos dedicados o conmutados, que a su vez pueden ser dúplex o semidúplex.

En la transmisión semi-dúplex sólo una de las dos estaciones del enlace punto a punto puede transmitir, en nuestro caso sirve si solo la estación meteorológica envía los datos a la central.

En la transmisión full-dúplex, las dos estaciones pueden simultáneamente enviar y recibir datos. Por ejemplo cuando los datos también se pueden solicitar desde el servidor a la estación meteorológica, y la estación envía los datos requeridos.

Se comienza estudiando el Interfaz RS-232 y la posibilidad de conversión a otra tecnología más avanzada en este caso el protocolo de internet TCP/IP.

2.1.2 INTERFAZ

Los computadores y terminales no están capacitados para transmitir y recibir datos de una red de larga distancia, debido a las normas que rigen, los interfaces determinan las distancias máximas de transmisión debido a que si se excede esta distancia los niveles de señal no son suficientes para recuperar la información, para ello están los módems u otros circuitos parecidos. A los terminales y computadores se les llama DTE (Data Terminal Equipment) y a los circuitos (módem) de conexión con la red se les llama DCE (Data Circuit-Terminating Equipment). Los DCE se encargan de transmitir y recibir bits uno a uno. Los DTE y DCE, están comunicados y se pasan tanto datos de información como de control. Para que se puedan comunicar dos DTE hace falta que ambos cooperen y se entiendan con sus respectivos DCE. También es necesario que los dos DCE se entiendan y usen los mismos protocolos.

La interfaz entre el DCE y el DTE debe de tener una concordancia de especificaciones:

- **De procedimiento:** ambos circuitos deben estar conectados con cables y conectores similares.
- **Eléctricas:** ambos deben de trabajar con los mismos niveles de tensión.
- **Funcionales:** debe de haber concordancia entre los eventos generados por uno y otro circuito.

2.1.2.1 RS-232E

El puerto serie RS-232, presente en todos los ordenadores actuales, es la forma más comúnmente usada para realizar transmisiones de datos entre ordenadores. El RS-232E es un estándar que constituye una actualización de la antigua norma RS-232, propuesta por la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas), realizándose posteriormente un versión internacional por el CCITT y ahora llamada UIT, conocida como V.24. Las diferencias entre ambas son mínimas, por lo que a veces se habla

indistintamente de V.24 y de RS-232 (incluso sin el sufijo "E"), refiriéndose siempre al mismo estándar.

El RS-232C consiste en un conector tipo DB-25 de 25 pines, aunque es normal encontrar la versión de 9 pines DB-9, mas barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC). En cualquier caso, los PCs no suelen emplear más de 9 pines en el conector DB-25. Las señales con las que trabaja este puerto serie son digitales, de +12V (0 lógico) y -12V (1 lógico), para la entrada y salida de datos, y a la inversa en las señales de control. El estado de reposo en la entrada y salida de datos es -12V. Dependiendo de la velocidad de transmisión empleada, es posible tener cables en distancia desde los 15 metros hasta los 20 metros, podemos transmitir y recibir al mismo tiempo, puesto que hay una línea de transmisión y una línea de recepción para cada una de las actividades.

Pin	Función
TXD	(Transmitir Datos)
RXD	(Recibir Datos)
DTR	(Terminal de Datos Listo)
DSR	(Equipo de Datos Listo)
RTS	(Solicitud de Envío)
CTS	(Libre para envío)
DCD	(Detección de Portadora)

Tabla 2.1 Pines del Interfaz 232

2.2 EQUIPOS SUJERIDOS PARA EL DISEÑO:

2.2.1 CONVERTIDOR SERIAL de RS232 a TCP/IP

El convertidor serial, es la mejor opción para la serie de aplicaciones de conectividad Ethernet. Entregando una solución rentable en un tamaño compacto, el DS IOLAN / TS

ofrece flexibilidad y tecnología avanzada True Serial® lo que es ideal para aplicaciones que requieren una auténtica conexión serie a través de una red Ethernet.

2.2.1.1 Características y Beneficios

- Proporciona conexiones serie más auténticas a través de Ethernet
- IOLAN DS1 - 1 x Universal, la interfaz del software RS-232/422/485 seleccionable evita la manipulación mecánica en el campo
- IOLAN DS1 - RJ45, DB9M, DB25M o DB25F opciones de conectores
- IOLAN TS2 - 2 x EIA 232 con conectores RJ45.
- 66 MHz, 87 procesador MIPS
- Indicadores para red e interfaces sucesivos para una solución fácil.
- TruePort el software proporciona puertos serie remotos verdaderos sobre una LAN de Ethernet
- Compartir un puerto serie con múltiples TCP (Transmission Control Protocol) o servidores UDP (User Datagram Protocol).
- ModBus Entrada
- Equipo de Desarrollo de Software disponible.
- El cable de alimentación en los modelos sucesivos elimina el gasto de una instalación independiente de alimentación de energía.
- Siguiendo Generación IP apoyo (IPv6) para protección de la inversión y compatibilidad de red
- 10/100 apoyo de Ethernet
- 15kV ESD proporciona protección contra descargas electrostáticas y sobrecargas de corriente
- Campus Compact, protector de acero sólido de montaje de mesa, pared o montaje en carril

2.2.1.2 Serie confiable Flexible para conexiones Ethernet

EL DS IOLAN es ideal para la conexión de base de puerto COM en serie, UDP o TCP zócalo de aplicaciones basadas en dispositivos remotos. TruePort de Perle proporciona un puerto fijo, para las aplicaciones basadas en servidores que permite la comunicación con dispositivos remotos conectados a servidores de dispositivos Perle.

2.2.1.3 Serie flexible y Confiable a Conexiones Ethernet

Fácil de instalar y administrar, la IOLAN DS1 tiene una capacidad de interfaz de software seleccionable RS-232/422/485 que simplifica la instalación y elimina la manipulación mecánica asociada. El dispositivo de PERLE “software de gestión”, que viene con el convertidor serial, proporciona un control centralizado y una mejor gestión de unidades, que resultan en el tiempo de funcionamiento máximo de su equipo a distancia. Posee una protección contra descargas electrostáticas y sobrecargas de energía y robustez.

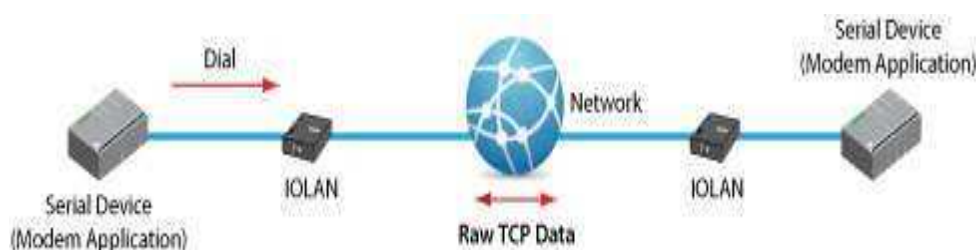


Figura 2.1 Conexión del Perle

2.2.1.4 Tecnología Avanzada IP

Con soporte para IP de nueva generación (IPv6) de la gama IOLAN proporciona un gran rango de direcciones, para cumplir con este estándar en rápido crecimiento. La demanda de IPv6, es compatible con esquemas de direccionamiento IPv4, es impulsado por la necesidad de más direcciones IP. Con la implementación y despliegue de redes celulares 3G, un método robusto que se necesita para manejar la enorme

afluencia de nuevos dispositivos direccionables IP en Internet. De hecho, el departamento de defensa de EEUU ha ordenado que todos los equipos adquiridos a partir de 2005, sean compatibles con IPv6, se prevé la completa aplicación para el año 2008. Además, todos los principales sistemas operativos, como Windows, Linux, Unix y Solaris, así como routers, han incorporado soporte para IPv6.

2.2.1.5 Temperatura Extendida de Apoyo T-IOLAN DS

El DS T-IOLAN aborda la necesidad de conectar dispositivos seriales remotos que funcionan en temperaturas extremas (-40 F a + 165 F) a la IP de la red de una empresa.

Se debe utilizar dos convertidores, para realizar un túnel tal como se indica en la Figura 2.2, la configuración del mismo se encuentra en el Anexo 1.

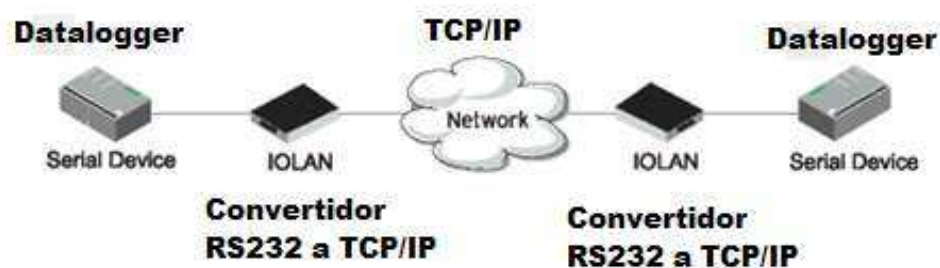


Figura 2.2 Convertidores Túnel

Para continuar con el diseño, donde se encuentra la nube Network (TCP/IP), para nosotros es transparente es decir en esta parte se colocaran las NanoStation para la transmisión vía Spread Spectrum, para la realización de pruebas se colocara un cable cruzado en reemplazo de la nube, esta prueba se la hará más adelante en este mismo capítulo.

2.2.2 SPREAD SPECTRUM

2.2.2.1 Tipos De Multicanalización

FDMA (Frequency Division Multiple Access).- FDMA divide los canales de radio en un rango de radiofrecuencias y es utilizado en el sistema analógico celular tradicional. Con FDMA, un solo suscriptor es asignado a un canal a la vez.

TDMA (Time Division Multiple Access).- TDMA divide los canales de radio convencional en ventanas de tiempo para obtener una mayor capacidad. Se utiliza en sistemas celulares. Ninguna conversación puede acceder a un canal ocupado.

CDMA (Code Division Multiple Access).- Asigna a cada usuario un código único para colocar diversos usuarios en el mismo ancho de banda al mismo tiempo. Los códigos, llamados secuencias de pseudoruido, son utilizados por la estación móvil y la estación base para distinguir las conversaciones. Todos los usuarios de CDMA pueden compartir el mismo canal de frecuencia debido a que se distinguen por código digital. Requiere una potencia mucho menor que las tecnologías FDMA y TDMA.

La ventaja de Soft Handoff (Transferencia Suave) en CDMA es que la entrega del cliente entre bases no es discernible por el usuario. Las desventajas son que el usuario debe recibir señales de toda base que pueda escuchar, lo que hace que el equipo sea más complejo; cada base debe dedicar un canal a todo usuario en su línea de vista, lo cual reduce la capacidad del sistema.

Alternativas en CDMA: CDMA por control de potencia (PCDMA); CDMA de control de distancia (DCDMA), CDMA de salto en frecuencia (FCDMA) y CDMA de división en tiempo (TCDMA). DCDMA se utiliza en sistemas satelitales como GPS.

2.2.2.2 Spread Spectrum (sistema de espectro amplio)

Un sistema de espectro amplio es aquél en que la señal transmitida es esparcida en una banda de frecuencia ancha, de hecho, mucho más ancha que el mínimo ancho de banda requerido para transmitir la información que se envía.

Existen dos tipos de técnicas como ejemplos de métodos de señalización de espectro amplio, los sistemas modulados de “secuencia directa” y los de salto en frecuencia. Se tienen sistemas de salto en tiempo (time hopping) y salto en tiempo y frecuencia (time frequency hopping). La información puede ser incluida en la señal de espectro amplio por diversos métodos. El más común es, el de añadir información al código de esparcimiento del espectro antes de utilizarlo para modular, alternatively, podemos utilizar información para modular una portadora antes de esparcirla.

Un sistema de espectro amplio debe cumplir con dos cosas:

- 1.- El ancho de banda transmitido debe ser mucho mayor al ancho de banda o la tasa de información que se envía.
- 2.- Emplea alguna otra función aparte de la información que se envía para determinar el ancho de banda RF modulado resultante.

Algunas de las propiedades de los sistemas de espectro amplio:

La capacidad de direccionamiento selectivo; la posibilidad de acceso múltiple por multicanalización o por división de código; el espectro de potencia de baja densidad para ocultar la señal; el rechazo de interferencia. No todas estas características están necesariamente disponibles en un sistema al mismo tiempo.

Un sistema de espectro amplio desarrolla su ganancia de procesamiento en el esparcimiento y de-esparcimiento del ancho de banda de una señal secuencial. La parte de transmisión del proceso puede llevarse a cabo con cualquiera de los métodos

de modulación para ampliación de banda. El de-esparcimiento se logra al correlacionar la señal recibida en espectro amplio con una señal local similar de referencia. Cuando las dos señales se igualan, la señal deseada se colapsa a su ancho de banda original (antes del esparcimiento), mientras que cualquier entrada diferente es esparcida por la referencia local al ancho de banda de la referencia. Después, un filtro rechaza todas las señales de banda estrecha menos la deseada; esto es, dada una señal deseada se recupera la señal deseada y se rechaza su interferencia (ruido atmosférico, ruido en el receptor, o interferencia), un receptor de espectro amplio magnifica la señal a la vez que suprime los efectos de todas las demás entradas. La diferencia entre la relación señal a ruido de entrada y la salida en cualquier procesador, es su ganancia de procesamiento.

2.2.2.3 Secuencia Directa

Un método para ampliar el espectro de una señal de datos modulada es modulando la señal por segunda ocasión utilizando una señal de espectro amplio en frecuencia DSSS (Espectro Ensanchado por Secuencia Directa). La señal de amplitud (denominada $c(t)$ y llamada código de expansión) es escogida de tal manera que tenga propiedades que faciliten su demodulación por un receptor.

2.2.2.4 Técnicas de Spread Spectrum:

Básicamente son tres:

- BPSK (Binary Phase Shift Keying) Explicada en la exposición
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) No explicada en la exposición
- MSK (Minimum Phase Shift Keying) No explicada en la exposición

2.2.2.4.1 BPSK

Para modulación de tipo BPSK, a grandes rasgos se realizan los siguientes pasos:

TRANSMISOR:

- 1.- Se codifican los datos de forma binaria tomando la señal valores de +1 o -1.
- 2.- La señal de datos entra a un bloque modulador de fase, donde la señal se multiplica por una portadora común y corriente.
- 3.- De la salida del modulador de fase, la señal, con una frecuencia de portadora, entra a un mezclador donde se multiplicará de forma directa con la señal “amplificadora” $c(t)$. Ésta será la señal modulada a transmitir.

EN EL MEDIO:

Durante el trayecto, supongamos que la señal transmitida recibe una interferencia a la cual denominaremos J . Por lo tanto, la señal que va a llegar al receptor será la señal transmitida modulada, cómo se mencionó, más la interferencia J . Cabe anotar que la interferencia no lleva la modulación con el código de expansión $c(t)$ pues nunca estuvo en el transmisor.

RECEPTOR:

- 1.- La señal recibida entra a un mezclador con la que se multiplicará con la señal $c(t)$, igual a la del transmisor, con el que el espectro de la señal pierde amplitud y el espectro de la señal de interferencia se amplía.
- 2.- Después, la señal entrará por un filtro pasabanda centrado en el ancho de banda de la señal de datos.
- 3.- Por último, esta señal entra a un demodulador de fase convencional para recuperar la señal original.

PROPIEDADES DEL CÓDIGO DE EXPANSIÓN $c(t)$

- Llamada también “código aleatorio de pseudo-ruido”.
- Puede ser polar (-1, 1) No polar (0, 1)
- Características similares al ruido.
- La duración de un bit puede llegar a ser menor en miles o millones de veces a la duración de un bit de los datos.

2.2.2.4.2 *Sistemas De Salto De Frecuencia (Frequency Hopping)*

En estos sistemas, FHSS (Espectro ensanchado por salto de frecuencia) la frecuencia portadora del transmisor cambia abruptamente, salta de acuerdo a una secuencia de código pseudoaleatorio. El receptor rastrea estos cambios y produce señales de frecuencia intermedia constante.

La dispersión del espectro se logra al dividir el ancho de banda disponible en un gran número de ranuras de frecuencia contiguas y luego utilizando una secuencia pseudoaleatoria (generada en el transmisor), se cambia la frecuencia de la señal portadora constantemente entre dichas ranuras de frecuencia. De aquí que al transmitir sobre una multiplicidad de frecuencias, el rechazo de interferencias se debe a que se puede evitar transmitir, el mayor tiempo posible, sobre las frecuencias en donde se encuentran las señales interferentes. A los sistemas FH también se les conoce como Sistemas de Eludición.

Los sistemas FH se clasifican de acuerdo a la cantidad de tiempo que permanecen en cada frecuencia discreta antes de saltar a la siguiente, se les divide en:

- Salto en frecuencia lento. Son sistemas en los que se transmite uno o más bits de información en cada frecuencia.
- Salto en frecuencia rápido. Son sistemas en los cuales en cada frecuencia se transmite parte de un bit y son necesarios varios saltos para transmitir el bit completo.

2.2.2.4.3 *Sistemas Híbridos*

Los sistemas híbridos son combinaciones de los métodos de espectro amplio que se utilizan para aprovechar los beneficios que éstos brindan por separado. Son:

- Salto en frecuencia y secuencia directa. En esta técnica se divide un bit de datos sobre distintos canales de salto en frecuencia. En cada canal de salto en frecuencia existe un código de pseudoruido que se multiplica con la señal que contiene los datos.
- Salto en tiempo y frecuencia. Es un método utilizado en sistemas en los que muchos usuarios operan simultáneamente a grandes distancias sobre una misma línea de transmisión y recepción. Se logra que los usuarios transmitan a diferente tiempo y frecuencias y de éste modo muchos canales pueden operar al mismo tiempo si sus cambios en tiempo y frecuencia son sincronizados.
- Salto en tiempo y secuencia directa.

Para este caso se ha optado por buscar equipos que se adapten a las características de la transmisión:

- Tráfico pequeño
- Equipos no muy costosos
- Soporten extremas temperaturas

Para la transmisión en Spread Spectrum se utilizó equipos de la marca Ubiquiti, conocidos como NanoStation que funcionan en frecuencias libres como son de 2.4 GHz y 5 GHz además se puede escoger la polarización, su estructura externa es plástico con aleación y su costo no es elevado, el INAMHI adquirió hace poco estos equipos en la frecuencia de 2.4Ghz.

2.2.3 NANOSTATION

2.2.3.1 Introducción

El Nanostation tiene un fenomenal desempeño con un diseño revolucionario y compacto para aplicaciones en interiores y exteriores, además posee un sistema de 4 antenas de alta ganancia, avanzada arquitectura de radio, tecnología de firmware altamente investigada y desarrollada; permitiendo así estabilidad en la transferencia de datos, capacidad de desempeño que rivaliza aún con redes WiMax de última generación.

2.2.3.2 Arquitectura:

La arquitectura de diseño del NanoStation fue desarrollada en base a los requerimientos de la comunidad WISP (Wireless Internet Service Provider) e incluye una colección de características y sugerencias propuestas a los ingenieros por operadores WISP. Cada aspecto del diseño del producto, desde los tornillos y tuercas, al sistema, hardware de radio y la antena fueron 100% desarrollados a partir de cero.

2.2.3.3 Tecnología de Polaridad de Antena Adaptativa:

Tradicionalmente al instalar antenas en exteriores, la polarización es fijada en operación vertical u horizontal, donde cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas.

La NanoStation utiliza tecnología de Polaridad de Antena Adaptable (AAP), lo cual habilita la opción de operar en polarización fija (Vertical u Horizontal) o "conmutada adaptativamente" que es el uso de la misma antena en múltiples polaridades. Adicionalmente cuenta con un conector RP-SMA para antena externa, para casos donde pueda ser necesario un patrón de cobertura mayor o menor al incluido.

Tiene un Software de Plataforma Abierta: **PowerStationOS (preloaded on unit)**

El NanoStation viene con el excelente software POWERSTATION OS, pero adicionalmente opera con los siguientes sistemas operativos abiertos:

- StarOS

- OSWave
- IkarusOS
- OpenWRT

2.2.3.4 Rendimiento:

Nanostation ha sido probado en condiciones extremas de temperatura y clima.

2.2.3.5 Aplicaciones:

El NanoStation puede ser usado en enlaces punto a punto y punto a multipunto.

- En su configuración como punto a punto provee un enlace de 20 Mbps de menor costo en el mercado.
- Al ser usado como CPE el PS2 inter opera como cualquier AP que cumpla con el estándar 802.11 b/g sin necesidad de ninguna modificación física.
- Como Access Point WiFi con o sin WDS.

2.2.3.6 Información de las Nanostation:

- Procesador: Atheros AR2313 SOC, MIPS 4KC, 180MHz
- Memoria: 16MB SDRAM
- Flash: 4MB
- Interfaces: 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface
- Wi-Fi: 5Ghz, 802.11A
- Canal de Ancho: 5/10/20/40 MHz
- Ganancia de la Antena: 14 dBi x 2
- Radio de 400mW
- Polaridad: de adaptación vertical / horizontal
- Ext. Ant Opción: Si RP-SMA Conector
- Gama: + 10 kilómetros (100 Km ext. con las hormigas)
- Frecuencias de operación 2415 a 2462 MHz
- Rendimiento: 25 Mbps + TCP / IP
- Accesorios: Ubiquiti Ventana / montaje en pared

- Potencia de TX: 26dBm, /-2dB
- Sensibilidad de RX: -97dBm /-2dB
- Antena Integrada: 10dBi Dual Pol Externa SMA
- Dimensiones 26.4cm x 8cm x 3cm
- Peso 0,4 kg.



Figura 2.3 Nanostation



Figura 2.4 Parte posterior del Equipo y tipo de Conectores

2.2.3.7 Elementos que conforman las Nanostation

Primero debemos conocer los elementos que se encuentran en las Nanostation para realizar su instalación:

1.- Equipo Nanostation con antena integrada 10 dB y soporte POE



Figura 2.5 Equipo Nanostation

2.- Cable UTP 10 mts Cat 5e, Conexión desde el Nanostation al PoE



Figura 2.6 Cable UTP cat 5e

3.- 2 Amarras de Sujeción



Figura 2.7 Amarras

4.- Cable UTP de 2 mts, cat 6, conexión del POE a la PC



Figura 2.8 Cable UTP cat 6

5.- Inyector POE



Figura 2.9 Inyector POE

6.- Forma de conexión del POE, como se observa en la figura 2.10 hay dos formas



Figura 2.10a Primera Conexión del POE

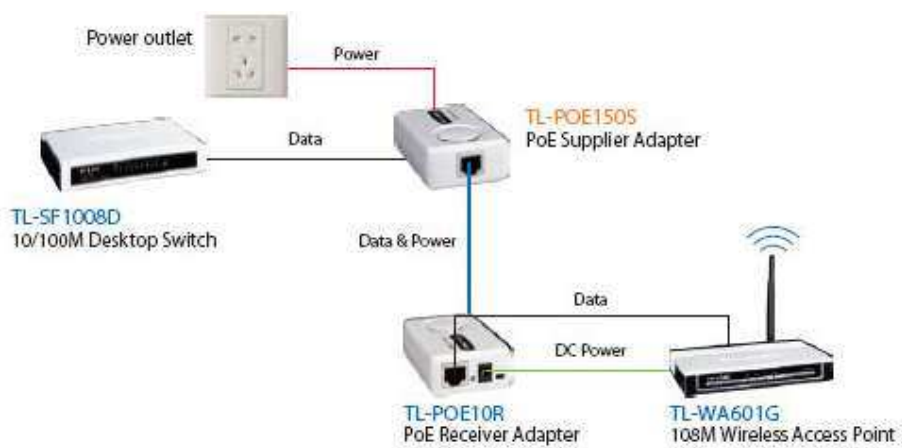


Figura 2.10b Segunda conexión del POE

Esto se realiza para el otro equipo Nanostation y se comprobará.

Para la utilización de estos equipos en el diseño se debe realizar la configuración la primera Nanostation como Access Point y la segunda como Estación, la configuración se encuentra en el Anexo 2.

De esta configuración se van a utilizar 4 Nanostation, 2 como Access Point y 2 como estación, para la transmisión de la Estación ORE, la primera estación de Access point se utilizara en la misma estación ORE para la transmisión de los datos, la NanoStation estación recibe la señal y pasa a la otra NanoStation configurada Access Point, la ultima NanoStation colocada en la torre Guamaní-EMAAP como estación recibe la señal.

Esto se debe repetir para cada estación es decir dos veces más para la Estación Paramo12 y Estación Glaciar 12.

Para las estaciones ubicadas en el Crespo 12, se han buscado otras alternativas de conversión del puerto Serial RS232, para no utilizar los convertidores ya que se deben utilizar dos y su costo de cada uno está alrededor de 500 dólares.

Se encontró unos dispositivos de la misma marca del datalogger Campbell, que nos permiten tener el dispositivo TCP/IP y la parte más interesante de este dispositivo es que va conectado en el puerto paralelo del datalogger, que los detallaremos a continuación.

En caso de tener inconvenientes en la transmisión con los equipos NanoStation se sugiere utilizar una antena externa de Grilla, se indica en el Anexo 3.

2.2.4 NL120

Es un módulo de Ethernet, se conoce como NL120 de Campbell Scientific, permite las comunicaciones a través de Ethernet 10baseT. Permite que el datalogger

automáticamente determine cualquier tipo de comunicación a través de una red local o una línea dedicada (Internet), la conexión mediante TCP/IP. Este dispositivo de comunicación, pequeño y resistente se conecta al puerto de 40 pines periférico. Utiliza un cable de conexión cruzada hasta los 9 pies, pasado esta distancia es necesario usar un cable blindado para no tener interferencia.

Este dispositivo usa una configuración de dispositivo de utilidad (DevConfig), y el software LoggerNet está disponible, y es gratis, en: www.campbellsci.com/downloads.



Figura 2.11 NL120

Su costo en el mercado está alrededor de 560 dólares. Como la tecnología avanza se presenta otra alternativa que es una versión más avanzada.

2.2.4.1 NL115

El interface de red NL115 permite la comunicación 10baseT y almacena datos en una tarjeta Compact Flash® removible. Este pequeño dispositivo se conecta al puerto para periféricos de 40-pines de los datalogger CR1000.

Comunicaciones por Ethernet

El NL115 permite al datalogger comunicarse por TCP/IP dentro de una red local o conexión de Internet dedicada. Se necesita un cable normal si la conexión se hace a un hub, cruzado si la conexión es directa a un PC. Para

cables de más de 3m de longitud, el cable Ethernet 10baseT debe ser apantallado.

Almacenamiento de datos en Tarjetas Compact Flash

El NL115 admite en su ranura una tarjeta Compact Flash Tipo I o Tipo II. Recomendamos la utilización de tarjetas de grado industrial, dado que las de uso doméstico son más susceptibles a fallos. Las de grado industrial tienen un más amplio rango de temperatura de funcionamiento, y más vida útil. La combinación NL115/CF puede usarse para expandir la capacidad de memoria del datalogger, transportar datos y programas desde la instalación a la oficina, y para almacenar imágenes JPEG si se conecta la cámara digital CC640 al datalogger.

Puede recoger datos almacenados en la tarjeta mediante un enlace de comunicación con el datalogger, o sacando la tarjeta y descargar los datos en un computador. El computador puede leer la tarjeta CF tanto desde su lector de tarjetas, desde un lector USB externo compatible con tarjetas CF.



Figura 2.12 NL115

Su costo está alrededor de los 1000 dólares, proforma de estos equipos se encuentran en el Anexo 4.

2.2.5 COMUNICACIÓN CELULAR GPRS

Cuando los datos se encuentran en la torre Guamaní-EMAAP-Q, de aquí si existe la posibilidad de transmitir los datos a la ciudad de Quito de diferentes formas, la más factible por su costo e instalación es la transmisión vía GPRS.

General Packet Radio Service (GPRS) o servicio general de paquetes vía radio es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes). Existe un servicio similar para los teléfonos móviles que es del sistema IS-136. Permite velocidades de transferencia de 56 a 144 Kbps

Una conexión GPRS está establecida por la referencia, su nombre del punto de acceso (APN). GPRS puede utilizar los servicios: como Wireless Application Protocol (WAP), servicio de mensajes cortos (SMS), servicio de mensajería multimedia (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW). Para fijar una conexión de GPRS para un módem inalámbrico, un usuario debe especificar un APN, opcionalmente un nombre y contraseña de usuario, y muy raramente una dirección IP, proporcionado por el operador de red. La transferencia de datos GPRS se cobra por volumen de información transmitida (en kilo o megabytes), mientras que la comunicación de datos a través de conmutación de circuitos tradicionales se factura por minuto de tiempo de conexión, independientemente, si el usuario utiliza toda la capacidad del canal o está en un estado de inactividad. Por este motivo, se considera más adecuada la conexión conmutada para servicios, como la voz que requieren un ancho de banda constante durante la transmisión, mientras que los servicios de paquetes GPRS se orientan al tráfico de datos. La tecnología GPRS como bien lo indica su nombre es un servicio orientado a radio enlaces que da mejor rendimiento a la conmutación de paquetes en dichos radio enlaces.



Figura 2.13 Empresas Celulares que prestan el servicio GPRS

Una solución de estándar abierto que proporciona compatibilidad multioperador. Sobre las redes actuales GSM en operación se implanta muy fácilmente, con baja inversión económica, añadiendo nuevos nodos de datos por paquetes (SGSN y GGSN) y actualizando los existentes, para proporcionar una ruta de encaminamiento para los paquetes de datos entre el terminal móvil y un nodo de pasarela. El nodo GGSN, que hace de pasarela, hace posible la interrelación con redes externas de datos por paquetes para acceder a Internet y a las intranets de las empresas.

Es necesario incorporar dos nodos lógicos para gestionar las aplicaciones GPRS en las redes GSM:

- Nodo de soporte GPRS servidor (SGSN).
- Nodo de soporte Gateway GPRS de apoyo (GGSN).

El SGSN ofrece encaminamiento de paquetes, incluyendo gestión de la movilidad, autenticación y cifrado entre todos los abonados GPRS que se encuentren en el área de servicio SGSN. Cualquier SGSN de la red puede prestar servicio a un abonado GPRS, dependiendo de donde éste se halle. El tráfico se dirige desde el SGSN al Controlador de la Estación Base (BSC) y al terminal móvil mediante la Estación Transceptora Base (BTS).

El GGSN proporciona el apoyo para las redes de los Proveedores de Servicios de Internet Externas, gestionando la seguridad y las funciones de contabilidad así como la

asignación dinámica de direcciones IP. Desde el punto de vista de las redes externas IP, el GGSN es un servidor que posee las direcciones IP de todos los abonados a los que presta servicio la red GPRS. Los nodos se conectan por una red troncal IP.

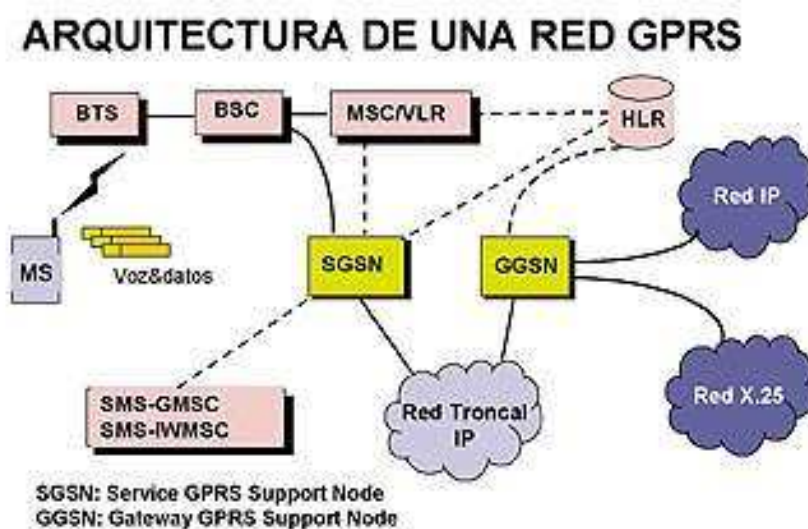


Figura 2.14 Arquitectura de una Red GPRS

2.2.5.1 MODEM GPRS

El módem GPRS es un equipo que permite comunicar algunos instrumentos ubicados en lugares remotos a través de la red de telefonía celular.

Este módem está programado para actuar como un servidor TCP/IP a través del puerto 3333, escuchando, siempre las peticiones de conexión de un software cliente. Una vez que un software cliente se ha conectado, un canal de datos transparente, entre el software cliente y el módem se abre, y los datos que el software cliente envía se reciben en el puerto serial del MODEM, y, de la misma manera, los datos que se envían por el puerto serial del módem se reciben en el software cliente.

El sistema está configurado de la siguiente manera:

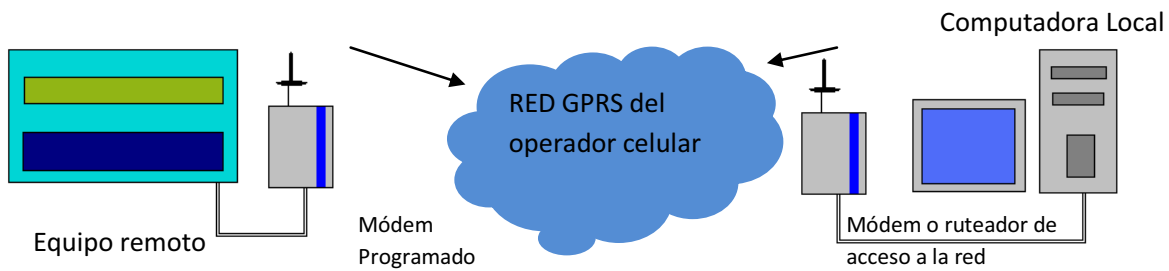


Figura 2.15 Configuración del Sistema

La comunicación la inicia el computador local, utilizando un software propietario de la marca del equipo remoto. El software que reside en la computadora local está configurado para ser un cliente por el puerto TCP 3333.

En el módem programado se encuentra un algoritmo que permite que el equipo se comporte como un servidor, aceptando las peticiones de conexión de la computadora local. Además, dentro del algoritmo del módem programado, se establece que todos los datos que arriban por el puerto 3333 serán enviados al puerto serial y, de la misma manera, los datos que arriben por el puerto serial serán enviados por el puerto TCP 3333, comunicando así el equipo remoto con la computadora local.



Figura 2.16 Vista frontal Modem GPRS

El **equipo remoto**, desde su perspectiva, opera como si estuviera conectado a un puerto serial, mientras que la **computadora local** percibe una conexión TCP/IP.

La conexión del Modem al Equipo (Datalogger) que se la realiza es la siguiente:

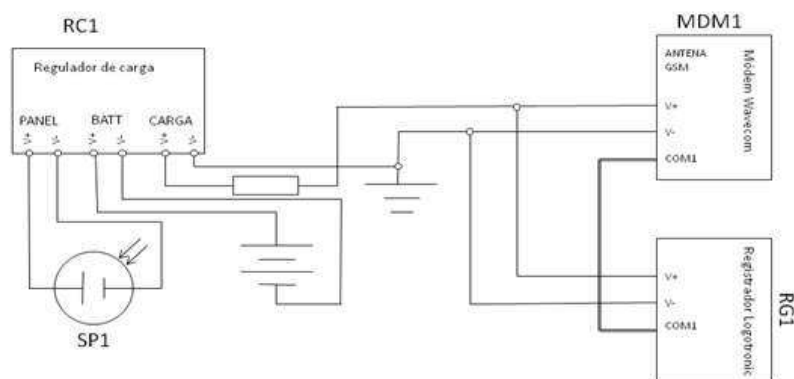


Figura 2.17 Conexión del Modem

Para la configuración del módem se debe tener en cuenta que es necesario conocer comandos AT, ya que con esos se hace la programación. Un ejemplo sencillo es que debemos colocar AT y ver si responde el Módem con la palabra OK. Tengan en cuenta que, posiblemente, un nuevo módem puede tener otro tipo de transmisión programados. En este caso tratar de "A" con velocidad de transferencia diferente, especialmente 115200 Bps hasta llegar en "Aceptar" y luego escriba en el comando autobauding.

AT+IPR=0

Ejemplo de comandos AT que pueden ser utilizados después de empezar el módem:

AT+CGMI El módem contesta "WAVECOM MODEM" cuando el enlace serie está bien.

2.2.5.2 APN

APN o **Access Point Name** es el nombre de un punto de acceso para GPRS a configurar en el teléfono móvil para que pueda acceder a Internet. Un punto de acceso es:

- Una dirección IP a la cual un móvil se puede conectar
- Un punto de configuración que es usado para esa conexión
- Una opción particular que se configura en un teléfono móvil.
- Otra opción es que se puede utilizar módems GPRS.

Los APN pueden ser variados. Son usados en redes tanto Públicas como Privadas. Una vez conectado el dispositivo, usa el servidor DNS (Nombre del Dominio del Sistema) para hacer el proceso llamado Resolución de APN, que finalmente da la IP real del APN. En este punto un contenido PDP (Protocolo de Paquete de Datos) puede ser activado.

2.2.5.2.1 APN de Movistar

A continuación se colocarán ciertos parámetros que se debe tomar en cuenta para la configuración, en MODEMS y teléfonos celulares.

1. **Nombre:** Movistar WAP
2. **Apn:** wap.movistar.com.ec
3. **Nombre de Usuario:** movistar (todo minúsculas)
4. **Contraseña:** movistar (todo minúsculas)
5. Selecciona **Ajustes de Internet/Perfiles de Internet**
6. **Nuevo Perfil** (Agregar)
7. **Nombre:** Movistar WAP
8. **Conectar usando:** Movistar WAP (Es la cuenta creada antes) y guarda
9. Selecciona la cuenta creada Movistar WAP y oprime Más
10. **Ajustes**
11. **Conectar usando:** Movistar WAP
12. **Uso de Proxy:** selecciona sí

13. **Dirección Proxy:** 10.3.5.50
14. **Número de Puerto:**9001
15. **Usuario:** movistar
16. **Contraseña:** movistar
17. Guarda y selecciona **Avanzado**
18. **Cambiar Página Principal**
19. **Nombre:** Movistar WAP
20. **Dirección:** movistar
21. Selecciona Movistar WAP
22. Guarda

Con esto queda configurada la terminal para poder ingresar a GPRS WAP.

2.2.5.2.2 APN de Claro

Al 13 de Abril del 2011, la empresa “Porta” cambio de nombre a “Claro” más la configuración de su APN se mantiene con el nombre anterior: A continuación se indican los parámetros básicos del proveedor del servicio:

Perfil para configuración Wap

Manual | PORTA WAP

Ir a Menú

Ir a Configuraciones

Ir a Red de Datos

Nombre: Porta WAP

APN: wap.porta.com.ec

Usuario: portawap

Contraseña: portawap2003

IP Gateway primaria: 216.250.208.94

Puerto1: 9201

Para configurar el Browser

Ir a Browser

Ir a configuración

Ir a Perfiles

Escoger nuevo

Nombre de perfil: Porta MMS

Página inicial: **(Solo los usuarios registrados pueden ver los links)**

Regístrate o Ingresa

Perfil de red: Porta WAP.

Guardar

Sugerencia del distribuidor de equipos para la configuración del modem se encuentra en el Anexo 5.

2.2.6 Enlaces Back Up

La posibilidad de tener un enlace back up, es debido a la falla que se puede presentar en el sistema de transmisión principal, una de las alternativas del sistema de transmisión VSAT satelital.

2.2.6.1 SISTEMA DE COMUNICACIÓN VSAT

VSAT significa "Very Small Aperture Terminal", hace referencia a unos equipos (terminales) de Emisión/Recepción localizados en diferentes sitios, conectados a un telepuerto por un enlace satelital geoestacionario y utilizando antenas de pequeñas dimensiones (de 0.6 m a 3.8 m de diámetro).



Figura 2.18 Modelo de un transmisión VSAT

La tecnología VSAT es una solución para aquellas empresas que quieran enlazar sitios dispersos geográficamente. Proveen de múltiples servicios de alto valor añadido, tales como:

- Acceso a Internet
- Transmisión de datos y Multimedia
- Interconexión LAN
- La telefonía, fax, etc.
- **Back-up de redes terrestres**
- Televisión IP

2.2.6.1.1 Redes dedicadas y compartidas.

La tecnología VSAT opera generalmente sobre las bandas de frecuencia Ku o C. La banda Ku está básicamente disponible en Europa y permite utilizar antenas de pequeño diámetro. La banda C está disponible en todos los continentes y requiere antenas de mayores dimensiones.

2.2.6.1.2 Ventajas de las Redes VSAT

Las características del medio de transmisión satelital, junto con su topología y diseño, otorgan a las redes VSAT unas ventajas específicas frente a otros sistemas de transmisión, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Facilidad y rapidez para la puesta en operación y la incorporación de nuevas terminales.
- Costo de los circuitos independiente de la distancia
- Acceso a lugares donde no está disponible otra infraestructura terrestre, bien por razones físicas o económicas
- Flexibilidad para la reconfiguración del tráfico, sea crecimiento, disminución o reasignación
- Utilización muy eficiente de la capacidad espacial
- Alta calidad y disponibilidad de los enlaces
- Gestión centralizada y dependencia de un único Operador de Servicios
- Costos de terminales en clara disminución.

2.2.6.1.3 Clasificación de las Redes VSAT

Los sistemas VSAT se pueden constituir a través de diferentes tipos de redes y topologías. Pueden clasificarse en:

2.2.6.1.4 Sistemas Unidireccionales de Datos

Estos sistemas, se basan fundamentalmente en el uso de una estación transmisora principal, por la cual son enviadas al satélite las señales, que son posteriormente recibidas por un gran número de estaciones exclusivamente receptoras, típicamente de menor tamaño, los principios que aplican al desarrollo de estos sistemas son: que la información es unidireccional y originada en una o unas pocas fuentes y que es distribuida a una gran cantidad de usuarios. La estación transmisora envía la señal sobre una o varias portadoras a velocidades que están comprendidas normalmente

entre 19.2 Kbit/s y 2 Mbit/s. Las redes de difusión de datos de las agencias de noticias, de información financiera y de datos inmobiliarios son las que utilizan este sistema.

2.2.6.1.5 Sistemas Bidireccionales o Interactivos

La arquitectura de estas redes es similar a las unidireccionales. La estación central (Hub) transmite por una o varias portadoras al colectivo de estaciones remotas asociadas. La estructura de la información contenida en cada portadora es un Multiplex por División en el Tiempo, con múltiples canales, cada uno de los cuales puede ser asignado para su recepción por una o varias estaciones remotas. El número de portadoras de la estación central a las remotas suele ser pequeño y su velocidad de transmisión es correspondientemente mayor. Velocidades de 64 Kbit/seg a 2048 Kbit/seg son normales, por tanto los requisitos de transmisión exigibles a la estación central son mayores. La información se codifica con un código de protección de errores sin canal de retorno. La recepción en las estaciones remotas es continua, lo cual hace que el costo del demodulador sea moderado.

En la dirección de transmisión de estaciones remotas a estación central se suele adoptar una solución de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) por cada portadora. Algunas VSAT pueden disponer de un tráfico sostenido, correspondiente por ejemplo a la transferencia de ficheros, y en este caso resulta conveniente asignarle una proporción fija de la capacidad de la portadora. Esto significa que esa estación y sólo esa acceden a la portadora durante ciertos intervalos de tiempo, predeterminados con respecto a la referencia de la trama. Naturalmente, el número de intervalos asignados a cada estación en modo fijo dependerá de la demanda exigida por cada Terminal.

Esta configuración se adapta de forma natural a los requisitos de entidades financieras, sistemas de distribución de stocks, puntos de venta remotos, sistemas SCADA y un gran número de otras aplicaciones.

2.2.6.1.6 Redes Corporativas

Los sistemas VSAT Interactivos limitan normalmente las comunicaciones directas de cada una de las estaciones remotas con la Central. Esto puede ser un inconveniente para ciertos servicios y en estos casos es preciso utilizar más eficazmente el segmento espacial. Cuando se trata de unir varios nodos jerárquicamente iguales y proporcionar servicios digitales avanzados, similares a los ofrecidos por la red digital de servicios integrados (RDSI), se suele acudir a sistemas más potentes que permitan la comunicación directa de todos con todos, con una estructura de red mallada.

Estos sistemas operan en cada estación transmisora con acceso TDMA y con velocidades que van desde 2 Mbit/seg a 34 Mbit/seg, ofreciendo por tanto un cierto número de circuitos de 64 Kbit/seg (de 30 a 500) al conjunto de las rutas que la red corporativa. Este conjunto de circuitos es asignado dinámicamente a cada estación, en función de las llamadas activas en cada nodo en un momento dado.

El enlace satelital, con la empresa Iridium, de donde se tienen los modem, habría que programar y configurar para poder realizar la transmisión y lograr tratar de hacer transparente para el datalogger. Uno de los mayores problemas que tenemos en este instante es el costo en nuestro país de la Telefonía Satelital, es muy elevado estamos hablando del costo de mantener un Chip de Telefonía Satelital en este caso el INAMHI tiene equipos Iridium el chip debe ser de la misma compañía, cuesta alrededor de 40 dólares mensuales de pensión básica de ahí se debe añadir los costos por minuto que esta alrededor de \$ 1.50 más impuestos, y los costos de instalación son muy elevados el modem Iridium y la antena.

Más información sobre la transmisión Vsat y sobre que se dispone en el INAMHI se encuentra en el Anexo 6.

2.2.6.2 OTRAS ALTERNATIVAS

- Como se puede observar el costo de mantener un sistema Back up satelital es muy alto, por eso se ha propuesto otra alternativa que era la de colocar los datos dentro de la red de comunicación de la EMAAP el inconveniente más grande que se tuvo fue, que hace un año la red sufrió un desperfecto de comunicación y la empresa de Agua Potable, dejó sin funcionar alrededor de 6 meses, hacer una inversión para colocar los datos dentro del sistema de ellos no es de mucha ayuda para el INAMHI tampoco.
- Otra posibilidad de Back Up es utilizando las memorias de los Datalogger, es decir estos como son minicomputadores, los datos se almacenan durante todo el tiempo en su memoria y luego son transmitidos, la memoria del datalogger nos permite almacenar al menos de 3 meses consecutivos sin tener inconvenientes, en caso de falla de la transmisión, se debería tener personas dispuestas a subir al volcán Antisana, bajar los datos manualmente, es como se lo está realizando hasta el momento subiendo una vez al mes.

2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Una vez habiendo conocido los equipos que se van a utilizar se procede a ubicar los puntos de mayor importancia en el Google Earth con sus respectivas coordenadas, los puntos de mayor relevancia que tenemos en este instante son Estación ORE, Morrena 15, Estación Glaciar 12, Estación Paramo 12, Morrena 12 y Estación Guamaní-EMAAP. Para este caso todos los enlaces se han considerado enlaces punto-punto.

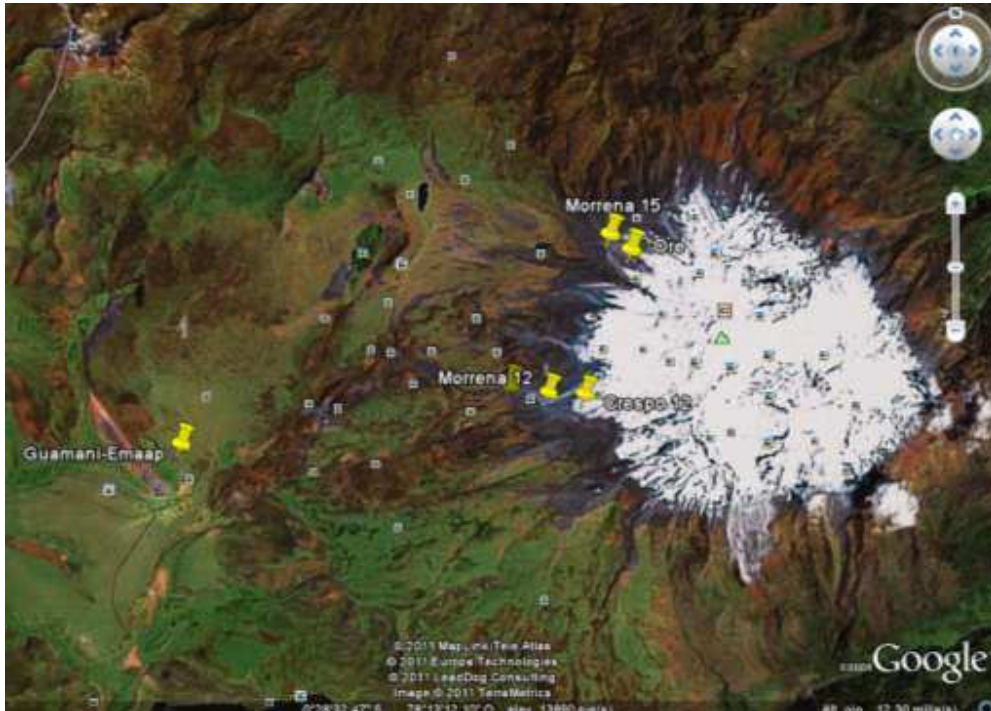


Figura 2.19 Ubicación de puntos

Las coordenadas de las nuevas estaciones ubicadas en el sector Los Crespos Lado 12 del volcán Antisana, La estación Glaciar 12 y la estación Paramo 12 se presentan en coordenadas Geográficas y en coordenadas UTM-WGS84 son:

Para el Crespo 12

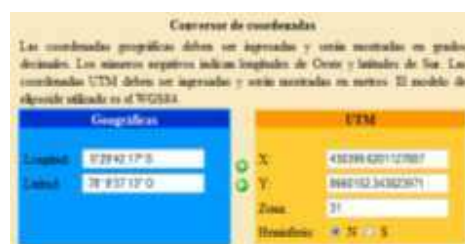


Figura 2.20 Coordenadas GPS Crespos 12

Para el Paramo 12



Figura 2.21 Coordenadas GPS Paramo 12

Para la Morrena 12

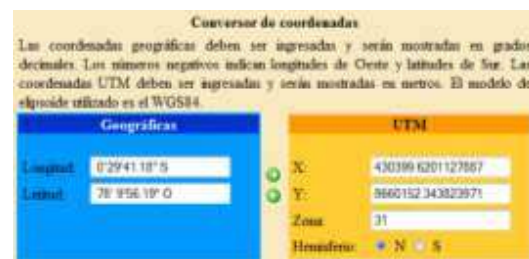


Figura 2.22 Coordenadas GPS Morrena 12

Para una simulación detallada de los diferentes enlaces se ha escogido el programa Radio Mobile de libre disponibilidad, con la ayuda del Dr. Robín Álvarez, se pudo obtener los planos actuales de nuestro país y poder realizar una simulación mas real, se obtuvieron los siguientes resultados.



Figura 2.23 Radio Mobile

En este programa se puede observar cómo están los enlaces entre los diferentes puntos y como se encuentra en la zona de Fresnel.

2.3.1 ENLACE ESTACIÓN ORE – MORRENA 15



Figura 2.24 Descripción enlace 1

2.3.2 ENLACE MORRENA 15 – GUAMANÍ-INAMHI

Este enlace se realizó con la antena interna que tiene el equipo (NanoStation), como se puede observar en la figura 2.25, no se obtiene una potencia satisfactoria.



Figura 2.25 Descripción enlace 2

Se procede a colocar una antena externa de grilla para mejorar la señal obtenida.



Figura 2.26 Enlace Morrena 15-Guanamá-INAMHI con antena externa

2.3.3 ENLACE CRESPO (Glaciar) 12 – MORRENA 12

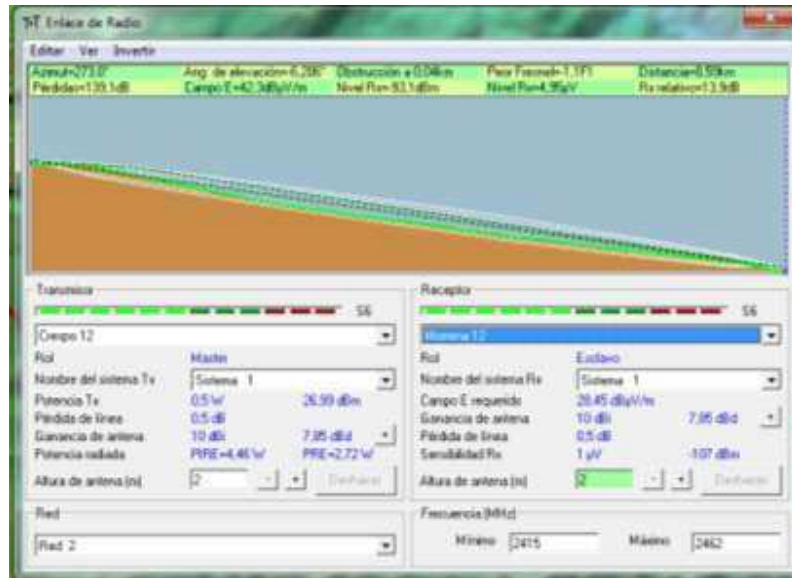


Figura 2.27 Descripción enlace 3

Ahora se realiza con antena externa



Figura 2.28 Enlace Crespo 12-Morrena 12 con antena externa

2.3.4 ENLACE PARAMO 12 – MORRENA 12

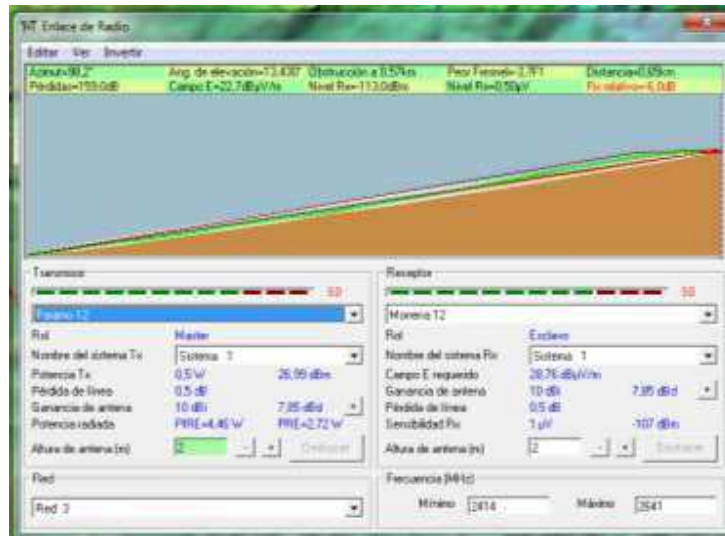


Figura 2.29 Descripción enlace 4

En este enlace se observa que la recepción (RX relativo) es negativa, la que nos indica que la ubicación del Punto Morrena 12, se puede modificar en la instalación final, en este caso para mejorar la RX relativo, se varía la altura de la antena.

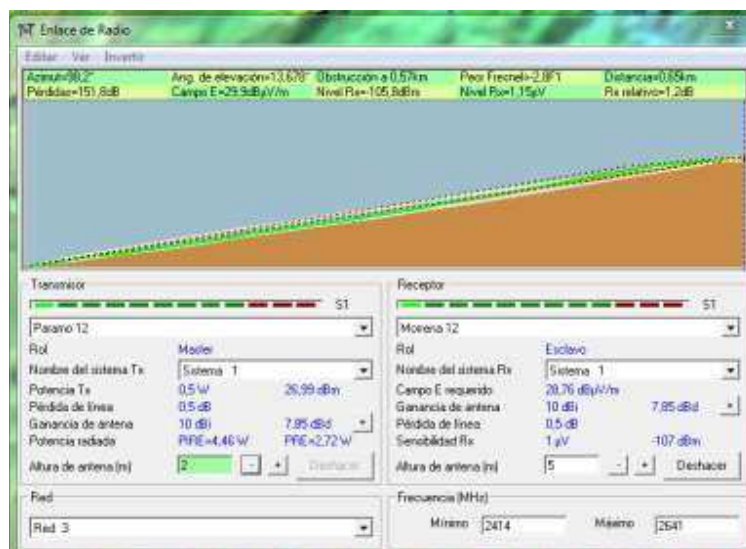


Figura 2.30 Corrección Enlace 4

En vista que al variar la altura del poste no se obtuvo buen resultado, se procede hacer la prueba con antena externa.

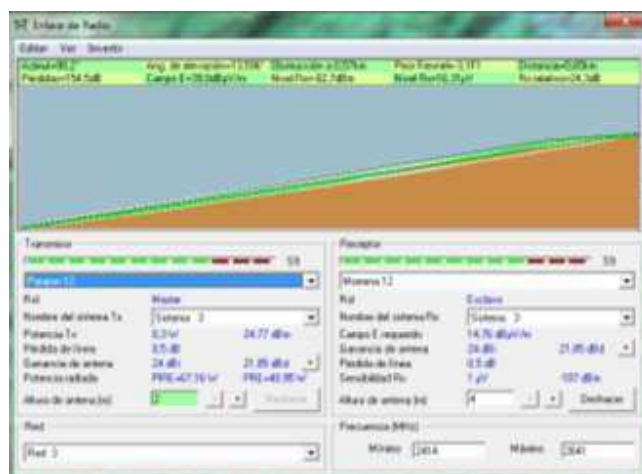


Figura 2.31 Enlace Paramo 12-Morrena 12 Antena exterior

La primera opción era de recibir los datos en la Torre Guamaní-EMAAP, pero al realizar las pruebas de transmisión con módems GPRS y Teléfonos celulares no se pudo encontrar señal celular estable o constante, las pruebas se localizan en el literal **2.3.11.1**, como las pruebas salieron fallidas nos toco buscar otra montaña donde la señal se encuentre estable, se encontró otra montaña y se le bautizo Guamaní-INAMHI.



Figura 2.32 Punto Guamaní-INAMHI

Se ha hecho entonces las pruebas con la nueva montaña Guamaní-INAMHI y se las muestra a continuación.

2.3.5 ENLACE MORRENA 12 – ESTACIÓN GUAMANÍ-INAMHI

Se repite dos veces este enlace ya que, se utiliza un enlace para el Crespo 12 y otro para el Paramo 12.

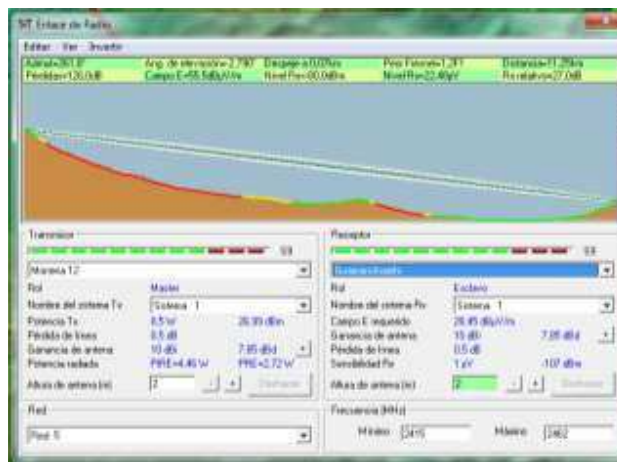


Figura 2.33 Descripción enlace 5

Se procede hacer los cambios, en este enlace colocando una antena exterior.



Figura 2.34 Enlace Morrena 12.-Guamaní-INAMHI

2.3.6 ENLACE GUAMANÍ INAMHI - TORRE DE CLARO

Se puede observar el enlace presenta una obstrucción, por lo que es necesario utilizar una antena Yagi para aumentar la ganancia, en la visita se pudo navegar y hacer llamadas celulares desde la montaña Guamaní-INAMHI.

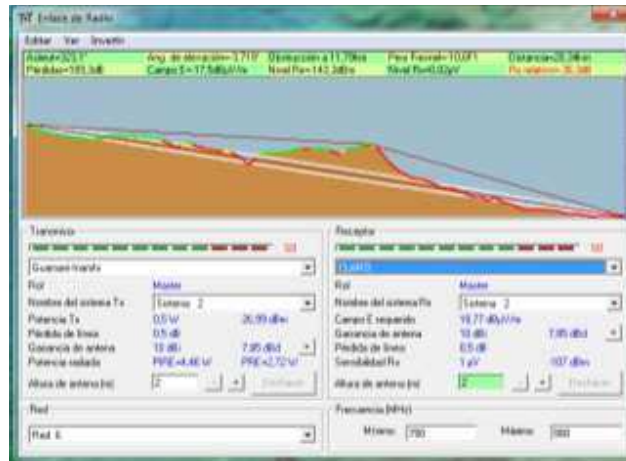


Figura 2.35 Descripción enlace 6

2.3.7 ENLACE GUAMANÍ INAMHI - TORRE DE MOVISTAR

El enlace presenta una obstrucción, por lo que es necesario utilizar una antena Yagi para poder realizar la comunicación.



Figura 2.36 Descripción enlace 7

2.3.8 PROPIEDADES SISTEMA 1

En el sistema 1 se encuentra las características de la antena integrada en la Nanostation 2.

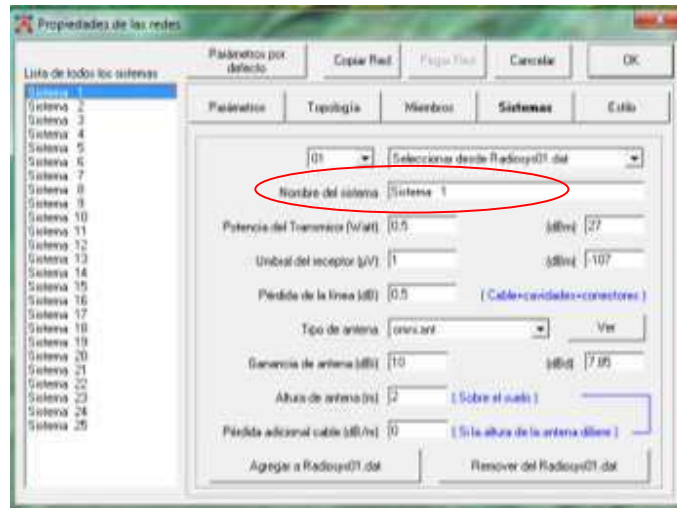


Figura 2.37 Propiedades Sistema 1

2.3.9 PROPIEDADES SISTEMA 2

En el sistema 2 se encuentra la antena Yagi, se utiliza para la transmisión de Guamaní-INAMHI a la Torre de Claro o de Movistar.

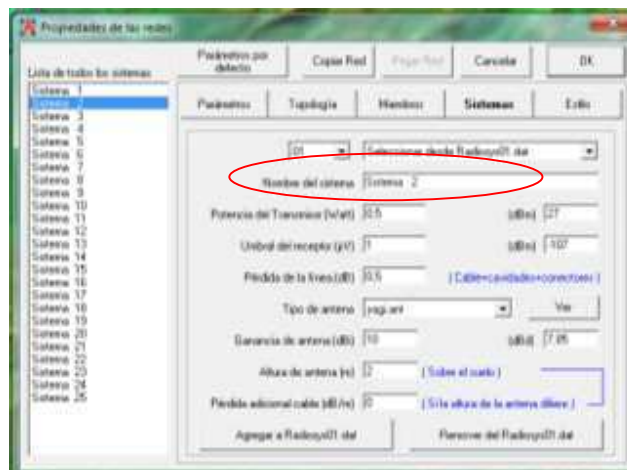


Figura 2.38 Propiedades del sistema 2

2.3.10 PROPIEDADES SISTEMA 3

En el sistema 3 se encuentra la posibilidad de utilizar una antena externa para la transmisión en Spread Spectrum, en este caso la antena que se recomienda utilizar es una Antena de Grilla.

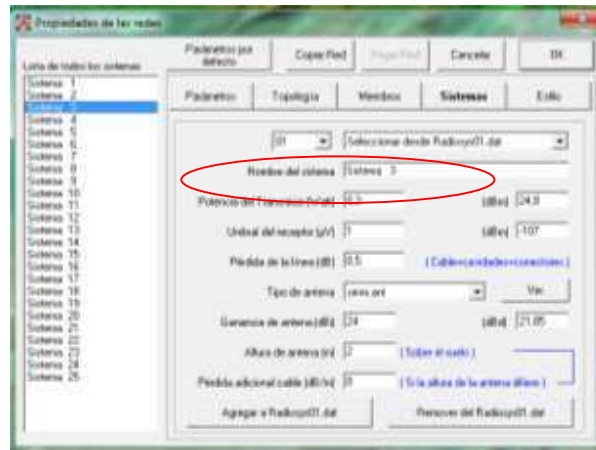


Figura 2.39 Propiedades Del Sistema 3

Para este caso se ha utilizado una antena de ganancia de 24 dBi.

Las características de la antena se encuentran en el Anexo 4.

2.3.11 PRUEBA EN CAMPO

A continuación se realizó la prueba del túnel en campo con la Estación Campbell que se encuentra instalada en el INAMHI, estación entregada por la Escuela Politécnica Nacional, para probar su funcionamiento. Se pudo aprovechar y sacar adelante las pruebas.

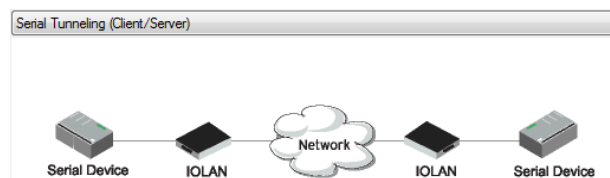


Figura 2.40 Figura del túnel

Se realizó el túnel utilizando 2 convertidores Perle IOLAN, para realizar un túnel tal como se encuentra en la figura 2.41, en vez de la nube se colocó un cable cruzado a fin de lograr la comunicación.

Los convertidores fueron configurados de la siguiente forma:

1.- Se los configuro como Cliente a uno y otro como Servidor, la configuración está indicada en el Anexo 1 a partir de la Figura 17.

Se conecto el primer convertidor con la salida de la estación Campbell, se procede a conectar los convertidores entre sí a través de un cable de red cruzado, y el otro convertidor al Computador donde se encontraba instalado el Programa LoggerNet, con la configuración de la estación.

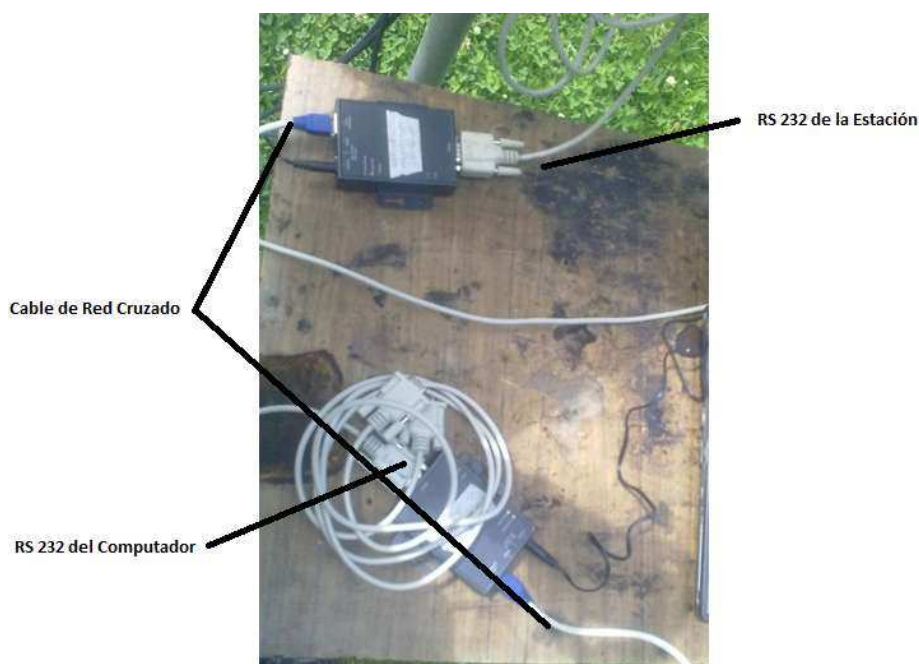


Figura 2.41 Vista del túnel

Se observa una comunicación perfecta con la estación desde un computador, es decir el túnel, fue transparente se pudo manipular los datos de la estación, sin que se dé

cuenta la misma estación que está pasando los datos por canales TCP/IP, se puede concluir que las pruebas preliminares del túnel están correctas.



Figura 2.42 Vista completa del túnel

Se puede observar la pantalla del computador donde se ve los datos el color azul se debe al sitio donde se encuentra ubicado el cursor y cuáles son los valores que variaron en ese instante.



Figura 2.43 Vista del Computador

2.3.11.1 Pruebas de Transmisión desde la Torre Guamaní a Quito

Para la realización de pruebas de transmisión de la Montaña Guamaní-EMAAP ubicada en la reserva del Antisana, a la ciudad de Quito por medio de transmisión GPRS (vía Celular).

Para lo cual fue necesario llevar:

- 2 Modem GPRS, uno configurado para Claro y otro configurado para Movistar.
- Cable RS232 para conectar los modem a la computadora
- Una antena GPRS
- Cable de alimentación Modem
- Computador portátil
- Un conversor de 12V a 110V



Figura 2.44 Equipo Pruebas

Como se observa en la figura 2.103 la antena de la EMAAP tiene 9 mts de alto hicimos pruebas de transmisión con modems, telefonos celulares.



Figura 2.45 Torre Guamaní EMAAP

La prueba salió fallida, no se obtuvieron los niveles de señal apropiados para la transmisión de datos, ni tampoco se pudo realizar llamadas se procede a buscar en ese mismo día otra montaña donde se pueda localizar un buen nivel señal para su comunicación, se localiza una montaña a nos 20 metros de distancia en linea de vista con la torre del Agua Potable con coordenadas:

Geográficas		UTM	
Longitud:	0°30'33.33" S	X:	430399.6201127887
Latitud:	78°15'57.03" O	Y:	8660152.343823971
		Zona:	31
		Hemisferio:	<input checked="" type="radio"/> N <input type="radio"/> S

Figura 2.46 Coordenadas Guamaní-INAMHI

Que desde ahora se la conocera como la montaña Guamaní-INAMHI. Solo se pudo realizar las pruebas con teléfonos celulares, hablar a la ciudad de Quito sin

inconvenientes, navegar vía GPRS, el inconveniente que se presentó fue la potencia de las antenas de GPRS, no se obtuvo el nivel de señal deseado.

En la segunda visita a la montaña Guamaní-INAMHI se llevó una antena Yagi GPRS de 10 dBi de ganancia y hacer nuevamente las pruebas con módems programados de Claro y Movistar.



Figura 2.47 Antena Yagi

Como se puede observar en la figura 2.47 se encuentra instalado un Shell en el mismo tubo, donde se colocan los sensores de Temperatura y Humedad Relativa, con un datalogger Logotronic con el cual se hizo las pruebas de transmisión de datos.



Figura 2.48 Datalogger Logotronic

Como se puede observar en la figura el datalogger se encuentra funcionando, al instante nos indica que tenemos una temperatura de 8.4 °C, se realiza la prueba con el datalogger una hora conectado, luego se procede a dejar instalado un modem GPRS, con su respectiva batería, para realizar las pruebas durante un día entero.



Figura 2.49 Modem en el campo

Las pruebas salieron satisfactorias hasta el otro día a las 7 de la mañana, la fuerza de los vientos desprendió el cable en su parte más débil (el conector), el mayor problema presente fue en el crimpado del conector ya que no fue correcto, debido al diámetro del cable que era mayor, se recomienda dejar bien sujeto el cable al mástil ya que la fuerza de los vientos podría ocasionar problemas como estos.



Figura 2.50 Cable arrancado de la antena Yagi

El programa que se utilizó para hacer un monitoreo continuo de la red se llama A1 monitor, haciendo ping continuamente durante todo el tiempo, así se pudo comprobar el problema que tuvimos a las 7 de la mañana del otro día yendo al lugar se comprobó que fue, la falla en el cable, los días que se hicieron estas pruebas fueron los días 24 y 25 de Febrero del 2 011

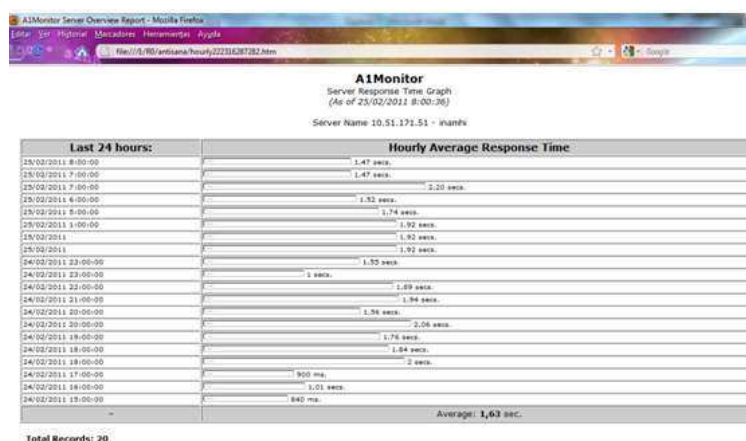


Figura 2.51 Pantalla capturada del A1 monitor

La pantalla nos indica que el reporte ha sido exitoso, durante la mayoría del tiempo, se pudo obtener tiempos de alrededor de 840 milisegundos a 2.20 segundos siendo el mayor y se obtiene un promedio de 1.63 segundos.

Después de los resultados obtenidos se puede indicar que el sitio encontrado para la colocación de la torre es el preciso, alejado de la carretera da mayor seguridad para los equipos y presenta una vista espectacular del volcán Antisana.

2.3.11.1.1 Cálculos Teóricos

En esta primera parte consideraremos las pérdidas por espacio libre:

La frecuencia de trabajo viene dado por la banda de frecuencia de la red celular en este caso como vamos a trabajar con Movistar tiene una $f = 850$ MHz

La distancia se calcula en Google Earth, obteniendo una distancia aproximada entre las torre de Movistar ubicada en Píntag y la Montaña Guamaní-INAMHI ubicada en la reserva Antisana de $d = 20.99$ Km.

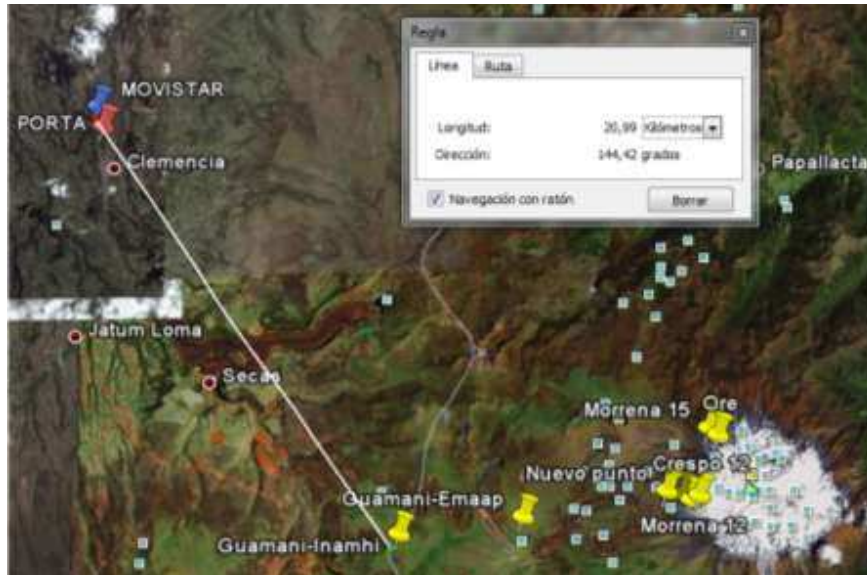


Figura 2.52 Cálculo de la distancia

$$L_{fs} = 32.4 + 20 \log f \text{ (Mhz)} + 20 \log d \text{ (Km)}$$

$$L_{fs} = 32.4 + 20 \log 850 \text{ (Mhz)} + 20 \log 20.99 \text{ (Km)}$$

$$L_{fs} = 32.4 + 58,588378 + 26,440248$$

$$L_{fs} = 117,428626 \text{ dB}$$

Las posibles pérdidas en función de la distancia. El desvanecimiento se denomina a las pérdidas intermitentes de intensidad, en este caso sería la neblina. La atenuación por lluvia es despreciable ya que las gotas de lluvia afectan a frecuencias superiores a 10 GHz

Ecuación del Balance del enlace

Expresando en dB: **$Pr = Ptx + Gt + Gr - Lt - Lp - Lr$**

Donde:

Pr (dBm) = Potencia en el sitio de recepción

Ptx (dBm) = Potencia de transmisión

Gt (dBi) = Ganancia relativa de la antena respecto a una isotrópica

Gr (dBi) = Ganancia de la antena de recepción con respecto a una isotrópica

Lt (dB) = Pérdida de la línea de transmisión

Lp (dB) = **Pérdida en espacio libre**

Lr (dB) = Pérdida de línea en el receptor

Ptx (dBm)	Gt (dBi)	Gr (dBi)	Lt (dB)	Lp (dB)	Lr (dB)
26,99 dBm	10	16	0,5	117,42	0,5

$$Pr = 26,99 + 10 + 16 - 0,5 - 117,42 - 0,5$$

$$Pr = - 65,43 \text{ dBm}$$

La sensibilidad del modem GPRS en transmisión y recepción de RF

E-GSM 900/ GSM 850 Reference Sensitivity	-104 dBm Static & TUHigh
---	--------------------------

Como se puede observar la sensibilidad de recepción (Sensitivity) indica que cantidad de señal (dBm), que debe recibir el dispositivo para trabajar correctamente a una determinada velocidad de transmisión. La que obtuvimos nosotros es de -65,43 dBm y está dentro de los límites permitidos, es decir todo está correctamente.

Mayor detalle sobre los cálculos teóricos del enlace entre la morrena 15 y la estación ORE se encuentra en el Anexo 7.

2.3.11.1.2 Angulo de azimut

Para el cálculo de los ángulos de Elevación y Azimut, vamos a utilizar el Google Earth. Vamos a utilizar la ley de Cosenos.

Vértice A = Píntag

Vértice B = B

Vertices C = Guamaní-INAMHI

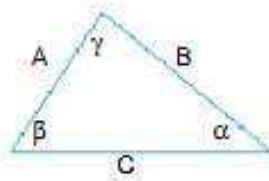


Figura 2.53 Cálculo del Angulo de Azimut

Azimut.- El valor del ángulo de Azimut indica el punto exacto en el que debemos fijar la antena en el plano horizontal. Este ángulo Azimut se mide desde el norte geográfico en sentido de las agujas del reloj.

2.3.11.1.3 Ley Del Coseno

La ley de los cosenos es una expresión que permite conocer un lado de un triángulo cualquiera. Si conoce los otros dos y el ángulo opuesto al lado que quieres conocer. Esta relación es útil para resolver ciertos tipos de problemas de triángulos.



$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

Figura 2.54 Ley de Cosenos

Para este caso se utiliza la ley del coseno para determinar el ángulo de azimut.

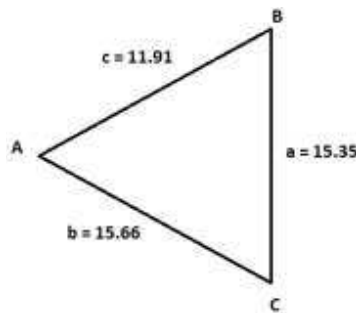


Figura 2.55 Gráfico del Triángulo

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

$$11,91^2 = 15,35^2 + 15,66^2 - 2(15,35)(15,66) \cos C$$

$$\cos C = \frac{15,35^2 + 15,66^2 - 11,91^2}{2(15,35)(15,66)}$$

$$C = \cos^{-1} \frac{141,8481}{480,762}$$

$$C = 45,1582^\circ$$

El ángulo de Azimut es en función de las manecillas del reloj, a este ángulo obtenido se debe restar de 180° , y logramos obtener.

$$C' = 180 - 45,1582 = 134,8418$$

$$C' = 134,8418$$

Es el ángulo obtenido se debe considerar que tiene un error del 0,48 grados.

2.3.11.1.4 Ángulo de Elevación:

- Es el ángulo formado por la línea horizontal y la línea de mira.
- La línea de Mira está por encima de la línea Horizontal.

En este caso el ángulo de Elevación es de **cero grados**.

2.4 ESQUEMA GLOBAL DEL DISEÑO

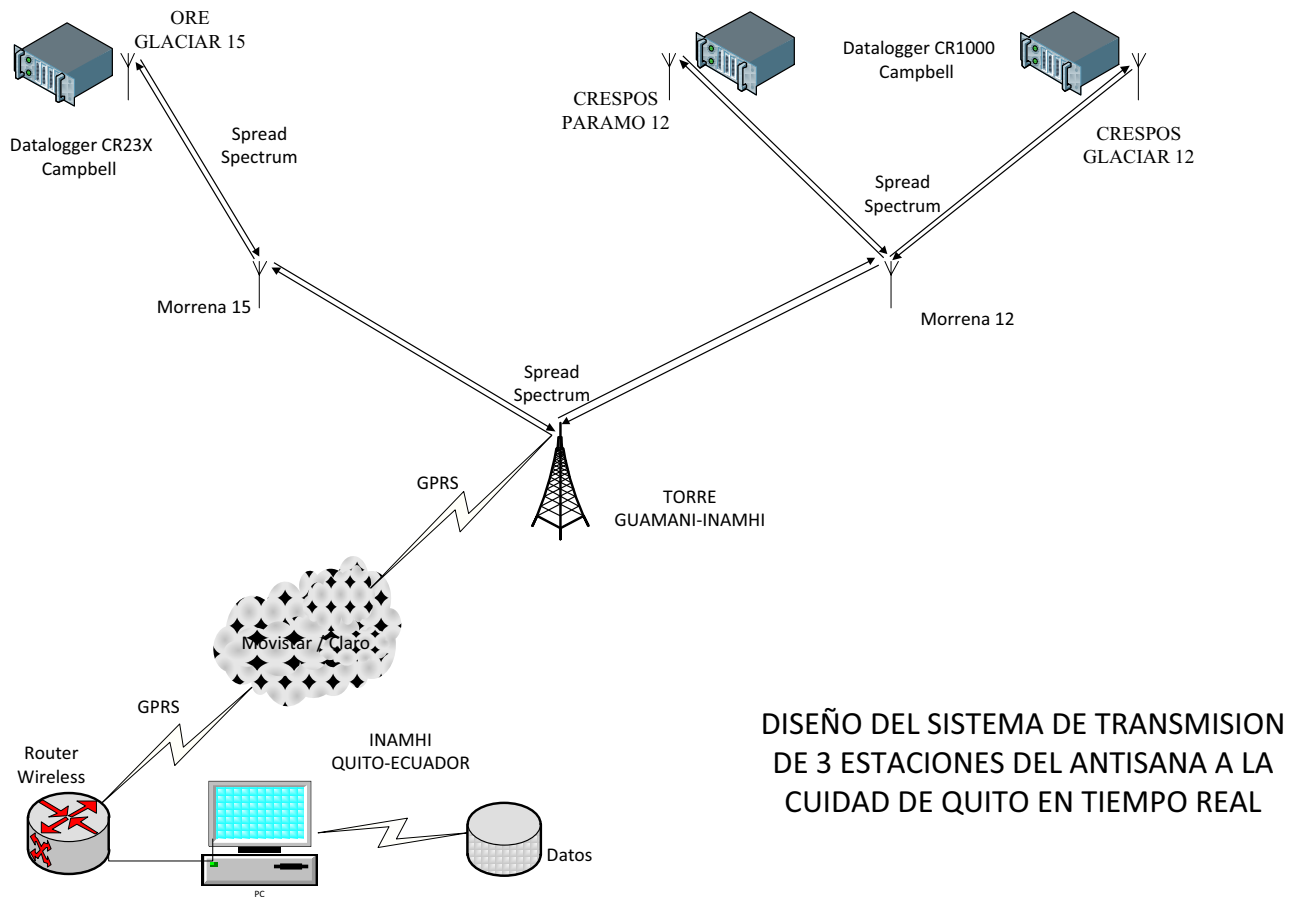


Figura 2.56 Diseño Final

3 ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

Para la administración del sistema de transmisión se requiere conocer el enlace principal y cada uno de sus componentes, así como también estar familiarizados en el manejo del software empleado para realizar las configuraciones pertinentes. Es importante contar con distintos tipos de manuales que indiquen el funcionamiento, la forma óptima de realizar el mantenimiento, cambios de equipo, etc.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el enlace principal, queda estructurado de la siguiente manera: Los enlaces comprendidos vía Spread Spectrum entre las estaciones Meteorológicas pasando por las morrenas del volcán (repetidoras) y llegando finalmente a la montaña Guamaní-INAMHI se los realizará con las NanoStation y en ciertos enlaces es necesario la utilizando antenas externas, desde la montaña Guamaní-INAMHI se ha considerado la transmisión vía celular GPRS, a Quito para esto se utilizarán módems GPRS, para la estación ORE ubicada en el Glaciar 15, es necesario utilizar convertidores (RS232 a TCP/IP) para la figura del túnel, para las estaciones Glaciar 12 y Paramo 12 se ha considerado la utilización de un equipo adicional del Datalogger conocido como NL112 o el NL115 y así poder obtener el puerto TCP/IP para la transmisión.

Para el enlace BackUp se deja abierta la posibilidad de emplear cualquiera de los 2 enlaces indicados en el capítulo 2, para el enlace satelital VSAT se deja una breve idea del modem y de cómo funciona en el Anexo 6.

El proyecto en este instante no consta con recursos necesarios para hacer alguno de estos enlaces, y se deja, en este caso de falla del enlace la ida del personal a traer datos manualmente.

3.2 MANEJO DEL SOFTWARE

3.2.1 SISTEMAS DE ADQUISICION DE DATOS

La información recolectada por el datalogger debe ser transmitida al lugar deseado por el usuario en este caso lo llamaremos (centro de procesos de la red meteorológica). Por lo tanto para la transmisión, se debe procurar un medio seguro, confiable y barato para dicha operación. Las opciones disponibles son:

- Comunicación directa computador-datalogger de datos mediante un cable con conexión RS232 o RJ-485.
- Comunicación vía red telefónica fija, disponiendo de un módem junto al computador (interno o externo), que se comuniquen con el módem externo instalado junto al datalogger de datos de la EMA (Estación Meteorológica Automática).
- Comunicación vía telefonía móvil. Al igual que en la telefonía fija, necesita un módem externo junto al computador o un teléfono celular con tecnología infrarroja o Bluetooth y un módem en la EMA desde la que se desean descargar datos.
- Comunicación vía telemetría u ondas de radio, requiere de equipos que cubran la distancia entre la EMA y el punto donde se ubica el computador. Dependiendo de la distancia y de las condiciones topográficas, puede demandar antenas repetidoras.
- Comunicación vía satélite, precisa de un contrato con un satélite y de equipos aptos para este tipo de comunicación. El formato de los datos debe ser compatible con la base de datos que se generará para su manejo⁴

⁴ <http://www.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/tadentro/TA74MJA607.pdf>

3.2.2 LOS ARCHIVOS DE DATOS DEBEN TENER IDEALMENTE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- Flexibilidad: de modo que pueden ser adicionados nuevos sensores sin necesidad de reprocesar todos los datos en un nuevo formato.
- Simpleza: que sólo requiera un programa computacional básico (Hoja Electrónica) para el procesamiento.
- Estandarizado: que sea independiente del fabricante de la estación o del sensor.
- No ambiguo: que la información sea clara, sin dejar dudas para el proceso y comparación de resultados.

La protección del Datalogger es esencial para prolongar su vida útil, asegurar la confiabilidad de la EMA y de todos los componentes del sistema. La caja protectora del datalogger de datos y las conexiones eléctricas deben cumplir las normas NEMA (National Electric Manufacturers Association) o equivalentes. La conexión a tierra es importante para evitar sobrecarga de los circuitos y el trípode o poste de instalación debe ser confeccionado con tuberías de hierro galvanizado, aluminio u otro metal de similares características, para evitar la oxidación⁵.

A partir de los sensores es posible obtener la siguiente información:

- Datos de temperatura del aire: máxima, mínima y promedio; sumatoria de grados día, sumatoria de horas de frío y duración e intensidad de heladas.
- Datos de temperatura y humedad relativa del aire combinados: déficit de presión de vapor y punto de rocío. Con los datos de temperatura, humedad relativa, velocidad de viento y radiación solar combinados, se puede obtener la evapotranspiración potencial.
- Datos de pluviómetro: cantidad de lluvia caída, intensidad de precipitación dependiendo de la frecuencia de registro.

⁵ <http://www.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/tadentro/TA74MJA607.pdf>

- Datos del sensor de viento: velocidad promedio, velocidad máxima (ráfagas), dirección y desviación estándar de ésta. Si se dispone de modelos validados de alerta de enfermedades, se puede implementar un sistema de alerta temprana⁶.

3.2.3 PROTOCOLO COMUNICACIÓN DATALOGGER

PAKBUS®. Las comunicaciones PAKBUS®, por paquetes son mucho mejores que la tradicional. PAKBUS dispone de inteligencia de enrutamiento distribuido evaluando los enlaces continuamente. Esto optimiza los tiempos de entrega de los paquetes, y en caso de fallo evalúa automáticamente otras posibles rutas disponibles.

Modbus. El protocolo Modbus permite que el Datalogger establezca comunicaciones con paquetes de software industrial SCADA y MMI.

TCP/IP en SO del Datalogger. Algunos modelos de Datalogger incluyen protocolos HTTP, FTP, SMTP, DHCP, ModBus TCP⁷.

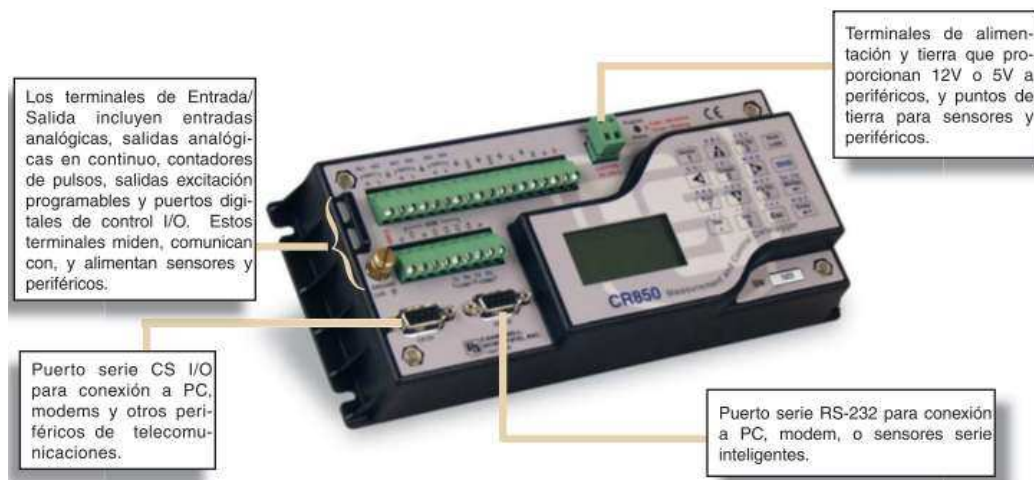


Figura 3.1 Terminales de Entrada y salida

⁶ <http://www.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/tadentro/TA74MJA607.pdf>

⁷ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/b_loggers_castellano.pdf

3.2.4 PUERTOS COMUNICACIONES / ALMACENAMIENTO DATOS

El puerto de 9-pines CS I/O permite conectar la mayoría de nuestros periféricos para comunicaciones. La conexión a un PC portátil o de sobremesa requiere el interface SC32B (con aislamiento óptico), o también el cable/interface SC929.

El puerto RS-232 permite conectar el Datalogger al puerto serie de un PC mediante un cable RS-232, no requiere interface.

En el Datalogger CR1000 de Campbell se incluye un puerto paralelo para periféricos. Este puerto de 40-pines permite conectar los módulos CFM100 o NL115 de Campbell. Ambos pueden almacenar datos en una tarjeta Compact Flash®. El NL115 incluye también toma RJ45 para comunicaciones Ethernet⁸.

3.2.5 PROGRAMACIÓN

Se dispone de dos lenguajes de programación para los datalogger Campbell: Edlog y CRBasic. La programación en Edlog ha sido la tradicional, diseñada para un teclado de 16-teclas (0-9, A-D, *, y #), display de 7-segmentos. Aunque no es necesario un PC, casi siempre se generan los programas en el PC. El lenguaje CRBasic tiene la forma del lenguaje de programación BASIC. Dispone de un amplio conjunto de instrucciones para realizar medidas, crear tablas de datos, resultados y para comunicaciones. CRBasic también soporta expresiones algebraicas, estadísticas y condicionales⁹.

⁸ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/b_loggers_castellano.pdf

⁹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/b_loggers_castellano.pdf

3.2.6 DATALOGGER CR1000

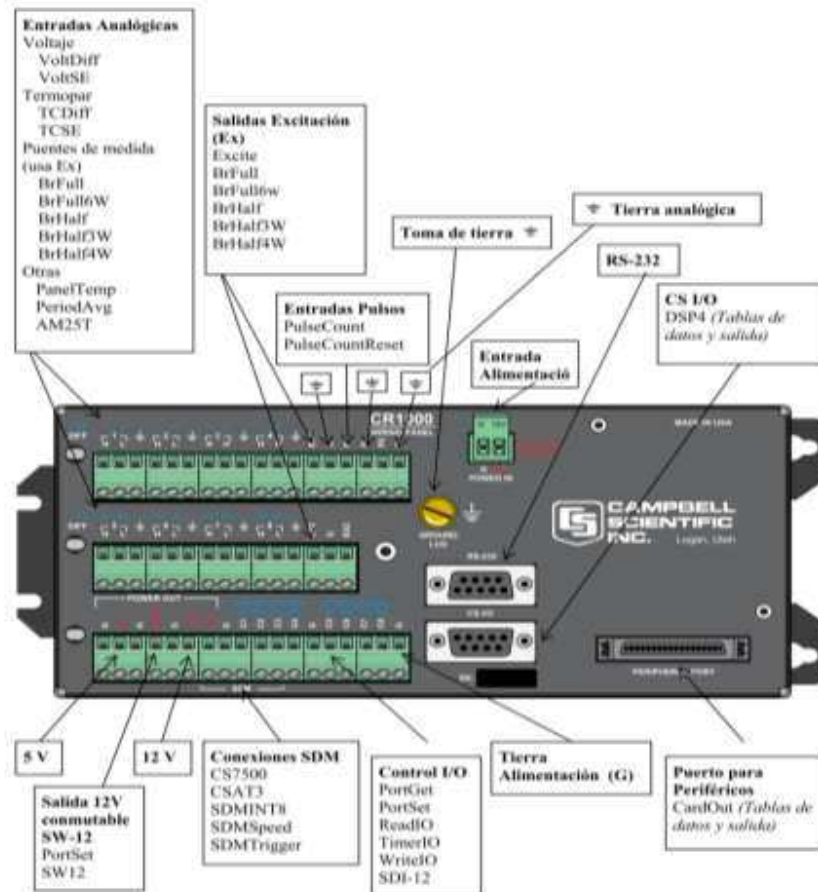


Figura 3.2 Descripción de un Datalogger CR1000

3.2.6.1 Puertos digitales I/O y Serial RS232

El CR1000 de Campbell tiene 8 puertos I/O configurables bajo control de programa, tanto entradas digitales como salidas de control. Estos puertos son multifuncionales e incluyen: determinación tiempos entre flancos, interrupciones para activación de dispositivos, conteo de cierre de contactos, conteo de pulsos de alta frecuencia, comunicaciones asíncronas RS232, comunicaciones SDI-12 y comunicaciones SDM¹⁰.

¹⁰ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

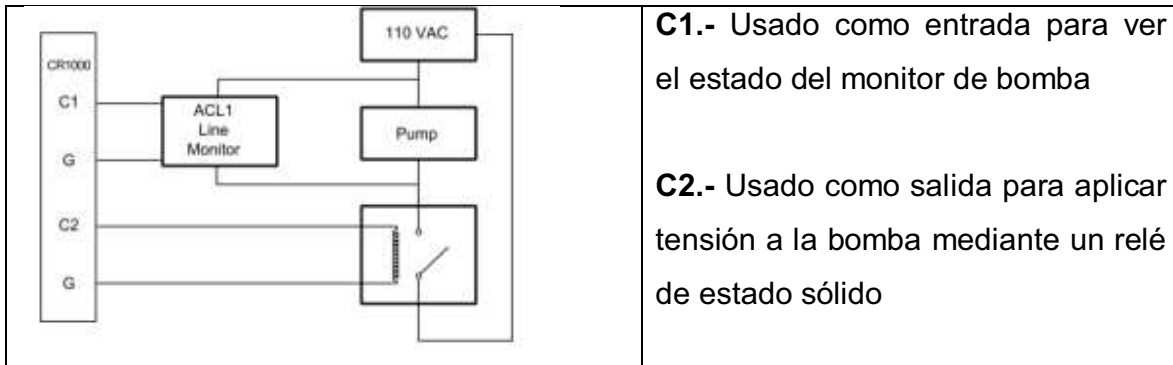


Figura 3.3 Puertos digitales I/O usados para controlar/monitorizar bomba

Las especificaciones técnicas del Datalogger CR1000 se encuentran en el Anexo 8.

3.2.6.2 Memoria del CR1000 de Campbell

El CR1000 estándar dispone de 2 Mbyte de SRAM, con la opción de 4 Mbyte. Para el almacenamiento de tablas de datos están disponibles aproximadamente 1400 Kbyte (1.4Mb) de memoria. El resto de la memoria se utiliza para los programas de usuario y comunicaciones. Adicionalmente, se pueden guardar tablas de datos opcionalmente en una tarjeta Compact Flash y su módulo. La memoria SRAM está salvaguardada por una pila interna, datos y programas permanecen en la memoria aun cuando el CR1000 pierda la alimentación eléctrica¹¹.

3.2.6.2.1 Tabla de Datos

Los datos se almacenan en “formato tabla” en la memoria SRAM; las tablas se borran cuando se carga y se ejecuta un programa.

¹¹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

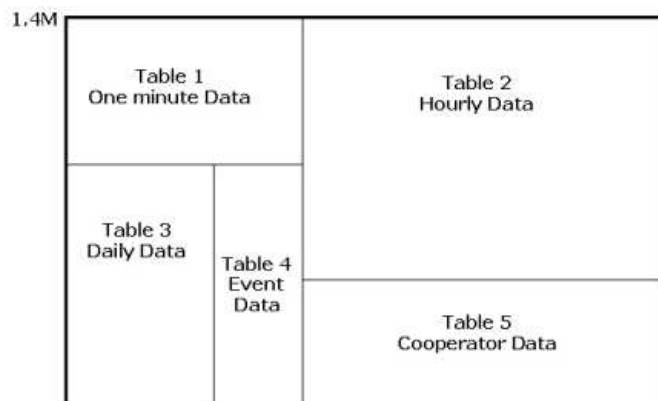


Figura 3.4 Distribución de los Datos

El número y el tamaño de las tablas de datos se definen en el programa del datalogger. El número de registros (o filas) se define en cada tabla de datos. El número de valores (o columnas) de la tabla de datos se determina mediante las instrucciones de procesamiento de salida (output processing instructions) ¹².

Se puede definir múltiples tablas de datos para almacenar en diferentes intervalos de integración. El CR1000 puede “auto dimensionar” sus tablas de datos; la memoria es tipo anillo y por tanto los datos más nuevos sobrescriben los datos más antiguos. Hay un campo en la tabla Status que indica cuanto tiempo se tardará en sobrescribir el dato más antiguo con el dato más nuevo.

3.2.6.3 Generador de Programas

El datalogger pueda tomar medidas o almacenar datos, es necesario generar un programa. Hay varias formas de escribir un programa. La más simple es usar el generador de programas Short Cut. Para una programación más avanzada utilizaremos el editor CRBasic¹³.

¹² ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

¹³ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

3.2.6.3.1 LoggerNet

LoggerNet es un programa informático diseñado como herramienta para apoyar al registrador de datos (datalogger). Es compatible con la programación, la comunicación y recuperación de datos entre los registradores de datos y un PC. LoggerNet está formado por una aplicación server (servidor) y varias aplicaciones cliente (client) integradas en un solo producto. El LoggerNet server almacena los datos en una memoria caché y graba datos en archivos ASCII. Cuando la barra de aplicaciones está activa, el LoggerNet server está activo, y por tanto, se llevarán a cabo todas las comunicaciones programadas con los dispositivos de la red¹⁴.

La explicación del programa loggerNet y sus respectivas pantallas se encuentra en el Anexo 9.

3.3 MANUAL DE USUARIO

3.3.1 MANUAL PARA LA ELECCION DEL PERSONAL

Para la determinación del personal mas idóneo se ha tomado de referencia la norma ISO 9001-2008 donde nos dice: El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

Competencia, toma de conciencia y formación

La organización debe

- a) determinar la competencia necesaria para el personal que realiza trabajos que afectan a la calidad del producto,
- b) proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades,
- c) evaluar la eficacia de las acciones tomadas,

¹⁴ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

- d) asegurarse de que su personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad, y
- e) mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia.¹⁵

Se coloca una propuesta para la selección de personal en el Anexo 10.

3.3.2 MANUAL DE INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN

Se debe considerar varios trabajos previos para la instalación

- Pre cableado del gabinete.
- Armados de cables colocados de los respectivos terminales.
- Ubicación de los dispositivos de control de alimentación.
- Ubicación del Controlador de Carga
- Ubicación del Porta Fusible
- Conexiones al Controlador de Carga

Ahora se debe realizar la verificación:

- Funcionamiento de Batería
- Funcionamiento del Panel Solar

Para la instalación del datalogger se lo debe llevar pre configurado o probado desde la oficina.

El procedimiento a seguir para la instalación de la Infraestructura se encuentra en el Anexo 11.

3.3.3 INSTALACIÓN CRESPO 12

Se procede al montaje de todos los equipos de las estaciones del Crespo:

- Instalación de la Torre de la estación ubicada Paramo 12

¹⁵ <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnnew/her/normas/Iso9001.pdf>



Figura 3.5 Vista de la torre Paramo 12

- Instalación del tubo superior y colocación de Veleta de Viento



Figura 3.6 Veleta y Shell

- Instalación del Panel Solar



Figura 3.7 Panel Solar

- Instalación del Shell pequeño Temperatura



Figura 3.8 Shell de Temperatura

- Instalación del Shell de Temperatura y Humedad Relativa



Figura 3.9 Shell de Temperatura y Humedad Relativa

- Instalación del Sensor de Nivel (Nivómetro)



Figura 3.10 Nivómetro

- Se procede a colocar la torre en su lugar



Figura 3.11 Colocación de la Torre

- Instalación de los sensores de Radiación Reflejada y Difusa



Figura 3.12 Sensores de Radiación

- Instalación del Gabinete de Protección



Figura 3.13 Gabinete de Protección

- Instalación del Datalogger y Configuración



Figura 3.14 Instalación Datalogger Campbell

- Instalación del Pluviómetro.



Figura 3.15 Pluviómetro

- Instalación de la Cámara de fotos (Opcional)



Figura 3.16 Cámara de fotos Campbell

3.3.4 MANUAL DE SENSORES

Los sensores se entregan con manuales que incluyen ejemplos de programas para el datalogger, con sus multiplexer y offset para diferentes unidades de ingeniería. Los sensores tienen especificaciones que indican los límites de la medida, precisión de la medida, requerimientos de alimentación, etc. El datalogger desconoce la precisión del sensor, y por tanto podría mostrar una resolución de la medida irreal, está solo genera informes de datos. Por ejemplo, la medida de temperatura del sensor de T/HR CS500 no debería ser mostrada a la centésima de grado – aún cuando el datalogger puede proporcionar ese número. Los manuales de los sensores también dan consejos de programación en caso de tener distancias largas de cable, mantenimiento del sensor, etc.

ESPECIFICACIONES DEL SENSOR

Los sensores adquiridos se deberían entregarse con su manual, que incluye especificaciones eléctricas y guía de conexionado al datalogger.

- Las veletas son a menudo simples potenciómetros – el valor total de la resistencia no es relevante, pero la linealidad es crítica. La dirección del viento, la rotación de toda la orientación posible (0-360 grados) sugiere un punto de medida con una salida tipo relación y un multiplex apropiado. Puede existir una zona muerta en el sensor.
- Los anemómetros a menudo generan una señal tipo pulsos, pero esta puede ser tipo cierre de contactos (switch closure), voltaje AC, o onda cuadrada de 5Vdc. Las especificaciones del sensor determinarán que opción de configuración seleccionar, y que multiplexer y offset son necesarios para la adecuada conversión a unidades de ingeniería. Para la determinación de offset, el sensor debería haber sido calibrado en un túnel de viento. (Usuarios avanzados añadirán código al programa para poner a cero la VV si la medida es igual al offset.)

- El procesado de salida (output processing) para datos de viento es más complicado que una simple media. El CR1000 incluye una instrucción de proceso de salida exclusiva para viento.

Medidas a tomar en cuenta y tiempo de almacenamiento preestablecidos:

CS500 T aire en °C

CS500 HR en %

03001 dirección viento

03001 velocidad viento

Almacenamiento de datos cada 1 minuto:

T aire media

VV media y DV media

Almacenamiento de datos cada 5 minutos:

Voltaje batería mínimo

T aire media

HR última muestra

VV media y DV media

Scan Rate (1 segundo)¹⁶

3.3.5 MANUAL TOMA DE DATOS

Una breve explicación para la toma de datos del datalogger Campbell se encuentra en el Anexo 12.

¹⁶ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

3.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO

3.4.1 MANTENIMIENTO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

3.4.1.1 Preventivo

Para un mantenimiento preventivo se debe tomar en consideración varios parámetros: El lugar de ubicación de la estación, su clima, vegetación a su alrededor, después de realizar un análisis se debe programar un mantenimiento cada cierto tiempo. Correctivo a solicitud del control de calidad de la red, el mantenimiento regular también puede ser preventivo, tomando en cuenta el emplazamiento y accesos a la instalación.



Figura 3.17 Foto Morrena 15-Antisana



Figura 3.18 Foto Torre Guamaní-EMAAP Reserva del Antisana

3.4.1.2 Regular

Un mantenimiento regular y preventivo de pluviómetros, se lo debe realizar continuamente, ya que al no efectuarse el desagüe a pesar de la precipitación, entonces tenemos un sifón sucio y la medición del recipiente no es exacta; es decir desperdiciando agua por la brida superior. La limpieza del sifón se efectúa con aditivos recomendados.

Es necesario un mantenimiento regular de tanques de evaporación. Un mantenimiento regular preventivo cada 6 meses de escalas o miras limnimétricas, verificación de verticalidad de nivel así como desplazamientos de la mira, y daños por oxidación, cada qué tiempo se realiza esta

medición depende de la frecuencia que el observar, realice la información y envíe el dato al INAMHI (Lo normal 2 veces al día).

3.4.1.3 Preventivo y Regular

El mantenimiento preventivo y regular depende de la calidad de datos.

Los datos son recolectados en tiempo real por estaciones automáticas, en los cuales los tiempos de muestreo son establecidos en base a normativas internacionales de la OMM. Los pasos para la recolección primaria de datos son: codificación, transmisión de datos, decodificaciones, validaciones y uso de los datos. Se evalúa la precisión, contraste del sensor vs. Instrumento convencional. Utilizamos sistemas convencionales mecánicos y electrónicos. Evaluación de métodos de transmisión mediante sistemas de cableado, radios convencionales Frecuencias HF, frecuencia VHF y UHF, transmisión por voz que rebotan en la ionosfera, estelas meteóricas y transmisión por satélites circum-polares, geoestacionarios GOES.

Para realizar un mantenimiento preventivo se debe tomar en cuenta:

- Tener el equipo necesario como son herramientas (desarmadores, juego de llaves, llave pico de loro, pinzas, alicates,) no olvidar llevar siempre franelas limpias, brochas.
- Al llegar al sitio de la estación, se debe realizar una inspección visual, del sitio en su totalidad.
- Se empieza anotando la hora de inicio ya que se recomienda por cualquier eventualidad desconectar la batería.
- Se empieza con la limpieza de la estación.
- Sacando los sensores de temperatura y Humedad relativa.
- Desmontando la pantalla protectora de estos sensores, desarmándolo y sacando uno por uno los platos y limpiando el polvo de cada uno, por adentro y por afuera.
- Limpieza del panel solar, retiro de toda suciedad presente en la superficie del mismo y por abajo también.

- En el pluviómetro como dice en la parte inicial del mantenimiento limpiar el cono y sus conductos a fin de hacer una medición exacta.
- Chequear los tanques de precipitación total, acumulada y ver como se encuentran.
- En la veleta limpiarla de toda suciedad que ocasione un peso adicional al normal y pueda alterar su funcionamiento.
- Los sensores de radiación Incidente y reflejada se los debe limpiar con todo cuidado las superficies retirando el polvo de ella con una franela y utilizando un brocha.
- Los sensores de temperatura y flujo de calor se los debe limpiar con todo cuidado, teniendo la precaución de no ocasionar algún daño o movimientos bruscos del equipo, ya que puede ocasionar una falla en la conexión.
- Se revisa los líquidos refrigerantes y aceites para comprobar el nivel de agua.

El formato que se debe seguir en el mantenimiento de las estaciones meteorológicas se encuentra en el Anexo 13.

3.4.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Del sistema de transmisión, su mantenimiento no se posee mucha información disponible ya que este sistema de transmisión será el pionero en nuestro país, los equipos que se han escogido en el capítulo 2, la mayoría de equipos son de libre mantenimiento, se debe tomar más atención en como hermetizar la parte más sensible, que son los conectores.

En este caso, las Nanostation 2, es un equipo libre de mantenimiento, lo que se debe tomar en cuenta, es la temperatura de trabajo ya que en ocasiones vamos a tener temperaturas menores a los cero grados, no se sabe de experiencias que tenga instalados estos equipos en estas condiciones climáticas extremas, en el manual nos indica que soportan de -30°C a 80°C , eso se debería tomar en cuenta en la implementación.

También se debe considerar las baterías que se va a utilizar para la alimentación de los diferentes equipos convertidores, Nanostations, etc. Ya que al bajar la temperatura también disminuye su rendimiento, y en muchas ocasiones pasa nublado todo el día y el panel solar no recargaría dicha batería de manera óptima.

Para indicar cada qué tiempo se debe realizar un mantenimiento al Sistema de Transmisión, se debería realizar pruebas de campo bajo esas condiciones, en este caso no se permiten realizar, por los altos costos que esto ocasionaría armar una infraestructura solo de pruebas y en este momento todavía la reserva del Antisana es una hacienda privada.

La limpieza de las pantallas de las Antenas de Grilla se debe, observar si se acumula la nieve en la misma o con el pasar de las horas la nieve se derrite y no ocasiona problemas en las transmisiones.

La estación ORE lleva instalada desde el 2007 aproximadamente, los equipos ubicados en el Antisana, hasta el momento no presentan problemas, se puede decir que la marca Campbell en equipos como el Datalogger y otros son muy buenas para esas condiciones climáticas, el inconveniente son los precios, muy altos para el mercado ecuatoriano podemos decir que esta marca cuesta el doble que la marca Vaisala (Empresa a nivel mundial y vende equipos Meteorológicos), los sensores Vaisala instalados en la estación ORE son excelentes garantizados para trabajar en esos climas, como se observa hasta el momento. Los sensores siguen funcionando sin contratiempos.

3.4.3 SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

La supervisión del Sistema de transmisión está a cargo del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ellos son los encargados de llevar un control total del sistema y su funcionamiento, de llevar un registro de datos que se pueden componer de varias unidades de adquisición de datos (UADs), la unidad central de registro de datos: es la oficina de Innovación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en el

INAMHI, de aquí los datos son distribuidos a dos departamentos para ser procesados, el primer departamento se llama Greatice, ahí es donde se procesa los datos y se validan los mismos, esta oficina tiene contactos externos como son EMAAP y el IRD (Institut de recherche pour le développement) una vez validado pasan los datos al segundo departamento que es el de Sistemas donde nuevamente se procesan los datos, para luego colocarlos a disposición del público.



Figura 3.19 Idea del Sistema de Supervisión

Las unidades de Greatice y Sistemas realizan continuamente un bucle de exploración de un sensor y anota el valor actual de esa medida. Cuando se detecten ciertos cambios críticos se enviará un registro de alarma a la unidad de registro.

Para que se tome medidas preventivas en caso de fallas, ahí se debería ver el problema que se presenta, analizar y ver cuales serian las posibles causas para obtener esos resultados y dar una solución al problema, en el peor de los casos sería visitar el sistema para comprobar su estado y si el sistema se encuentra completo, (esto se recomienda ya que en Bolivia se dio el caso que se robaron la estación completa y lo que no pudieron robar lo destrozaron).

3.4.3.1 ACTUALIZACIÓN DE EQUIPOS Y PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para la sustitución o reparación de partes de equipos dañados o que hayan cumplido con su vida útil. En contraste los instrumentos con patrones de campo con diferencias de +/- aceptables por la OMM. Se requiere de un mantenimiento regular:

- Todos los instrumentos necesitan de un mantenimiento regular, ya que de su funcionamiento depende los valores que se van almacenar en el Datalogger y los que se van a utilizar.
- El encontrarse expuestos a la intemperie, ocasiona daños en los rodamientos o acumulación de polvo en las superficies que ocasionen fallas en los datos un ejemplo son los medidores de radiación solar o las veletas, ya que en las condiciones climáticas del lugar al caer demasiada nieve tapa por un instante la visibilidad del mismo y en el otro caso aumenta el peso y ocasiona disminución de la velocidad de la veleta.
- Así podemos tomar ejemplos de cada sensor.
- Pluviómetros verificando la horizontalidad de los embudos y/o depósitos, reemplazando partes gastadas, dañadas o rotas, utilizando escalas de lecturas en probetas y verificando si la exposición es la adecuada.
- Como se puede observar se debe tomar en cuenta todas las posibles causas de fallas en los sensores y los equipos que se pueden encontrar instalados en las estaciones.

Para la implementación de un nuevo sistema o cambio de equipos o sensores, no se complica mucho ya que el **Datalogger Campbell** nos permite hacer los cambios en los programas, en este caso en **LoggerNet**, se añade el nuevo sensor que se va a utilizar o cambiar, el mismo programa nos da la forma de instalar es decir la forma de conectar el nuevo sensor en el Datalogger y el nuevo programa creado, se lo guarda y se debe cargar en el Datalogger por medio de un computador utilizando un cable serial conectado al puerto RS232.



Figura 3.20 Imagen Datalogger Campbell

Para finalizar el cambio o reposición del sensor, se comprueba la instalación si es correcta o no observando los datos en tiempo real en el mismo programa **LoggerNet**, del computador, o en el equipo propio de Campbell para observar los datos.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se mostrarán los datos obtenidos en las pruebas de campo que se realizaron para finalizar el diseño y un instructivo del programa LoggerNet, se emitirán conclusiones y recomendaciones.

4.2 PRUEBAS DE CAMPO

4.2.1 EL CONVERTIDOR RS232 A TCP/IP

Las pruebas realizadas con un solo convertidor salieron fallidas, de ahí se propuso hacer nuevas pruebas con dos convertidores a fin de realizar un túnel es decir es transparente con 2 convertidores, se realiza la prueba de acuerdo a la figura 4.1.

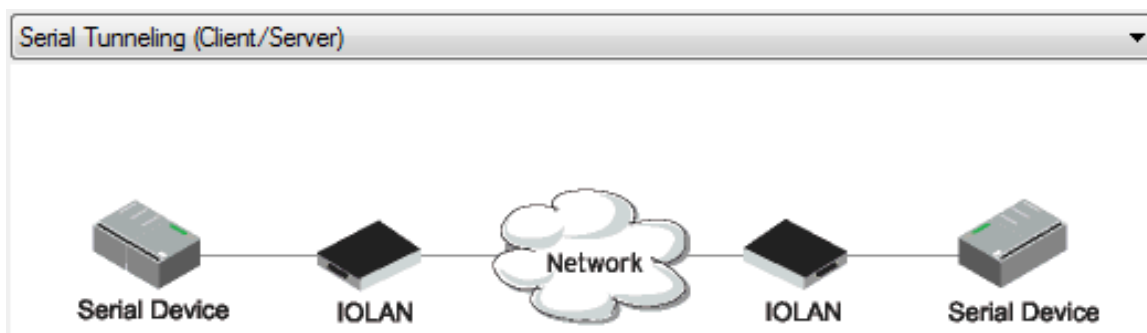


Figura 4.1 Túnel Serial

La prueba nos salió exitosa y se pudo comprobar que el túnel Serial es transparente para la comunicación entre el datalogger y el computador, como se indica en la figura 4.2.



Figura 4.2 Túnel Serial

4.2.2 PRUEBAS DE TRANSMISIÓN GPRS

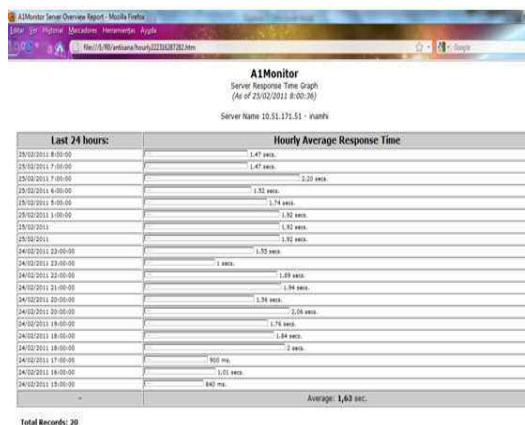
Las pruebas se realizaron desde la Montaña Guamaní-EMAAP, no se obtuvieron resultados satisfactorios el nivel de señal no era permanente (inestable), se busco la opción de otro sitio se localizó la montaña Guamaní-INAMHI donde se obtuvo un nivel de señal perfecto, para esto se necesito de una antena Yagi de mayor ganancia que la Antena normal del Modem GPRS. Las coordenadas de la montaña y su ubicación se encuentran en la figura 2.71.



Figura 4.3 Pruebas Datalogger

Las pruebas se realizaron con un datalogger para poder transmitir datos durante una hora, a fin de comprobar los niveles de señal y la permanencia de los mismos.

El datalogger instalado fue un Logotronic con sus sensores de Humedad Relativa y Temperatura, luego de este tiempo se procedió a dejar un modem en el sitio transmitiendo un día entero a fin de comprobar los niveles de señal tal como se ve en la figura 4.4.



The screenshot shows the 'A1Monitor Server Overview Report - Mozilla Firefox' window. The main content is a table titled 'Server Response Time Graph (As of 25/02/2011 8:00:36)'. The table has two columns: 'Last 24 hours:' and 'Hourly Average Response Time'. The data shows response times in milliseconds for each hour from 00:00 to 23:00 on 25/02/2011. The average response time for the entire period is 1.63 sec.

Last 24 hours:	Hourly Average Response Time
25/02/2011 0:00:00	1.47 sec.
25/02/2011 1:00:00	1.47 sec.
25/02/2011 2:00:00	2.20 sec.
25/02/2011 3:00:00	1.53 sec.
25/02/2011 4:00:00	1.74 sec.
25/02/2011 5:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 6:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 7:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 8:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 9:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 10:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 11:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 12:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 13:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 14:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 15:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 16:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 17:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 18:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 19:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 20:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 21:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 22:00:00	1.92 sec.
25/02/2011 23:00:00	1.92 sec.
Average	1.63 sec.

Total Records: 20



Figura 4.4 Pruebas GPRS

4.2.3 PROGRAMA Y USUARIO FINAL

Como se ha podido indicar en el capítulo 2 con los estudios y en el capítulo 3 con el desarrollo los datalogger Campbell tienen varios programas, el que más se usa es **LoggerNet** ya que presenta un ambiente amigable para el usuario y permite una instalación correcta de sensores ya que cuenta con una amplia gama de sensores de diferentes marcas en su memoria así se va continuando paso a paso la instalación y al final nos da una presentación de cómo se debería ir conectado los sensores se imprime y se lleva para la instalación.



Figura 4.5 Pantalla LoggerNet

El usuario final puede disponer de la información meteorológica que se encuentra en la página Web del INAMHI: www.INAMHI.gov.ec/html/inicio.htm, pronostico ahí se puede observar los datos de las estaciones.

La figura 4.9 nos indica el envío de datos desde el Datalogger Campbell utilizando el programa LogerNet hasta el usuario, en este caso en el capítulo 3 queda indicado el camino que deben seguir los datos dentro del INAMHI, pasando en este instante los datos por la oficina del IDT (Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico), luego pasa por la oficina de Sistemas donde se procesan los datos y se envía a los diferentes departamentos y luego de haber sido utilizados por el INAMHI salen al público en la página web.

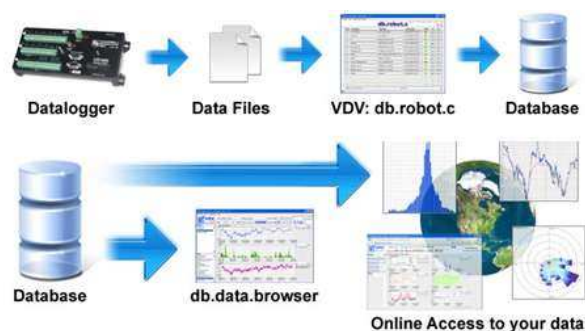


Figura 4.6 Envió De Datos

Se coloca para finalizar un presupuesto referencial al momento sobre los costos que tendría la implementación del diseño, esto se lo coloca en el Anexo 14.

Se realizan las fichas de las diferentes estaciones, como son ficha de inicio, intervención, inventario, y ruta, esto se encuentra en el anexo 15.

Se coloca los formularios de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones necesarios para solicitar el permiso de funcionamiento del sistema de transmisión Anexo 16.

5 CONCLUSIONES

- Para dar inicio a este proyecto se realizó un exhaustivo estudio de las estaciones ubicadas en el Volcán Antisana los equipos e instrumentos que disponen actualmente. Luego se analizó la ubicación de cada una de las tres estaciones. Esto ayudó a determinar las necesidades, en cuanto a comunicaciones, del INAMHI para obtener un Sistema de Monitoreo continuo. Del resultado global del proyecto se puede concluir que los estudios iniciales mencionados anteriormente fueron muy útiles y necesarios para determinar el mejor tipo de sistema de comunicación.
- El Sistema de Comunicación Móvil ofrece una comunicación total al usuario, cuando le permite establecer una llamada desde cualquier lugar y a cualquier hora, dependiendo de la cobertura del mismo. Por su parte, Internet permite acceder a una extensa cantidad de información de todo tipo. Estas tecnologías no sólo representan un avance sustancial desde el punto de vista técnico y tecnológico. Por lo que se concluye que el proyecto presentado es un avance, pues a través de la utilización de las tecnologías Spread Spectrum y GPRS permiten al usuario obtener información de forma automática y en cualquier momento que lo requiera.

- En este trabajo se ha comparado diferentes sistemas de transmisión de datos remotos, analizando sus ventajas y desventajas. De lo que se puede concluir que para el caso concreto de transmitir datos a grandes distancias, la tecnología Spread Spectrum y GSM/GPRS son las que presentan mayores ventajas. Debido a la flexibilidad, escalabilidad y al reducido costo de la misma. El mayor inconveniente para GPRS es la cobertura de las operadoras que brindan este tipo de servicio no cubren la totalidad del territorio ecuatoriano.
- Spread Spectrum de 2,4 GHz se perfila como una solución inalámbrica que permite reducir notablemente los costos de operación y mantenimiento en comparación a los actuales servicios de redes cableadas. Por lo mismo que en la actualidad se usa para redes completa de datos y servicios, aplicaciones de cliente, Telefonía IP, Spread Spectrum puede satisfacer una necesidad de comunicación y provisión de servicios básicos en zonas que hasta el momento carecen de acceso a servicios de otro tipo como el internet.
- GPRS es una solución inalámbrica que permite reducir los costos de operación y mantenimiento en comparación a los actuales servicios de redes cableadas. Se puede concluir que obviando el aspecto de cobertura es su limitante.
- Gracias al funcionamiento de las componentes en la estación ORE su duración en los equipos, sensibilidad y resistencia a la intemperie, así como el sistema de alimentación de energía (baterías y panel solar) se garantiza la adquisición de datos hidrometeorológicos durante las 24 horas al día, 7 días a la semana, durante todo el año.
- El sistema de transmisión de datos presenta facilidad de instalación, mantenimiento y manejo por el usuario, así como también presenta la

información en forma clara y concisa. Así se puede conocer las condiciones meteorológicas del Volcán Antisana como si se estuviera presente en el mismo. Esto permite concluir que se consiguió construir un sistema amigable y confiable para el usuario.

- El diseño propuesto ha sido estructurado de una forma que permite una futura expansión mediante la inclusión de nuevas estaciones remotas en otras partes del Volcán y de la Reserva Antisana, ampliando de esta manera el área de cobertura. Consecuentemente, se puede concluir que se ha diseñado una red escalable, característica de suma importancia en los diseños de redes actuales.
- La disponibilidad de las redes celulares de Claro y Movistar se las puede definir como el porcentaje de tiempo que la red funciona con la calidad requerida, respecto al tiempo total. Considerando el comportamiento de estas operadoras es posible concluir que la red diseñada si es capaz de cumplir con el 99% de confiabilidad que se espera de los sistemas de comunicaciones.
- La caída del servicio de la red de Claro o Movistar, ocasionará que las estaciones del Antisana no se comuniquen con la estación central. Sin embargo, esto no necesariamente significa pérdida de datos puesto que las estaciones Meteorológicas almacenan la información en su memoria. Por consiguiente se puede concluir que las caídas del servicio no provocarán pérdidas de la información, tan solo un retraso en el envío de la información desde la estación remota hacia la estación central.
- Las estaciones Meteorológicas Automáticas instaladas en el Volcán Antisana dispone de un almacenador de datos "Datalogger", el mismo que registra y almacena las lecturas de los sensores en su memoria a intervalos de tiempo que son configurados según los requerimientos de cada variable que a

su vez se rigen a normas internacionales. Los cálculos realizados demostraron que el datalogger tiene suficiente capacidad de memoria interna para almacenar datos por un intervalo de tiempo de 5 a 6 meses, pudiendo ampliar la capacidad colocando una memoria externa. Si se toma en cuenta que la información es enviada 2 veces al día, se puede concluir que el sistema no perderá información importante.

- La cobertura de la red GPRS en la Montaña Guamaní-INAMHI ubicada en la Reserva Antisana se analizó a través de un software descargado de Internet conocido como A1monitor. Para la implementación real de este sistema se hizo un análisis de un día para verificar la existencia del servicio GPRS, con lo que se asegurará su cobertura.

6 RECOMENDACIONES

- Todos los sensores presentan algún grado de descalibración en el tiempo, por lo cual deben ser chequeados de manera periódica por personal calificado. Algunos sensores, en particular los más baratos, tienden a fallar en forma prematura. Si la curva de calibración experimenta cambios en corto tiempo, el análisis que se haga de una variable por varios meses consecutivos puede conducir a conclusiones erróneas. Es necesario incurrir en calibraciones frecuentes.
- La disponibilidad de una fuente alternativa de energía en una estación meteorológica automática remota es primordial, sobre todo si esta se encuentra en zonas aisladas o de riesgo. De lo analizado en este trabajo se recomienda utilizar paneles solares como una fuente de energía alterna pero sin olvidar de utilizar su respectivo regulador de voltaje.
- En el Datalogger CR1000 incluye un puerto paralelo para periféricos. Este puerto de 40-pines permite conectar los módulos CFM100 o la serie de módulos

NL en este caso se recomienda NL112. Los módulos CFM100 y NL115 pueden almacenar datos en una tarjeta Compact Flash®. El NL115 incluye también toma RJ45 para comunicaciones Ethernet. La memoria es tipo anillo y por tanto los datos más nuevos sobrescriben los datos más antiguos. Hay un campo en la tabla Status que indica cuanto tiempo se tardará en sobrescribir el dato más antiguo con el dato más nuevo.

- El programa LoggerNet es un paquete informático de soporte para datalogger de marca Campbell, que proporciona comunicaciones, edición de programas de datalogger, procesamiento de datos, visualización, este nos permite programación, comunicaciones, y recogida de datos entre los datalogger Campbell Scientific y un PC. permitiendo aplicaciones para cliente y servidor.
- En una red el firewall es fundamental para la seguridad, la cual es importante sobre todo en una red inalámbrica que es muy susceptible a ataques. Esta es la razón para los módems GPRS se configuró en el multimódem multitech la opción packet filters. Por otro lado, GPRS utiliza un mecanismo para la autenticación y cifrado de paquetes denominado "TRIPLETA". Dicho mecanismo posibilita transmitir los datos de las estaciones remotas hacia la estación central con mayor seguridad. Para el sistema de transmisión Spread Spectrum se utiliza la seguridad Tkip (Temporal Key Integrity Protocol) que tienen las Nanostation 2. Se recomienda de todas maneras que se evalúe la seguridad implementada para determinar si es capaz de soportar ataques mal intencionados.
- Se debe tomar en cuenta que la utilización de dispositivos que utilizan DSSS (direct sequence spread spectrum), la alineación de las antenas deben ser casi perfectas.

- Pese a las características de los equipos indicados por los fabricantes, se recomienda tomar en cuenta que en ciertos lugares el throughput real a una distancia considerable (5-10 Km) es de 384 a 512 Kbps en los equipos que trabajan en la frecuencia 2.4 GHz
- Cuando el canal de comunicación inalámbrico está listo y después de las pruebas que se realizan, se detecta que éste no está bien, se debe realizar un re apuntamiento o un cambio de frecuencias hasta alcanzar un canal de comunicación muy estable.
- Si se trabaja sobre una torre para colocar diferentes enlaces, se debe alternar la polaridad las antenas una tras otra, es decir si una está en polaridad vertical, la siguiente deberá estar en polaridad horizontal.
- Se debe tomar en cuenta que en los datalogger Campbell los puertos seriales RS-232 no tiene aislamiento, esto puede ocasionar interferencia o falla en los datos.
- Para garantizar una eficiente transmisión de datos,, es necesario tomar en cuenta los siguientes requisitos para el equipo de comunicaciones:
 - Alta capacidad, gran alcance, escalabilidad.
 - Mecanismos de redundancia, prevención, detección y recuperación rápida de la red frente a posibles fallas, y reducción al mínimo del impacto sobre el servicio.
 - Factibilidad técnica, facilidades de instalación, gestión, administración, configuración, control y monitoreo.
 - Conectividad segura, tanto interna como externa.
 - Seguridad e integridad de los datos, para proteger información confidencial.
 - Equipos basados en estándares nacionales y compatibilidad con redes existentes.

- Se recomienda que en las estaciones en el Volcán Antisana reciba un mantenimiento preventivo periódico, por lo menos 2 veces al año, ya que los equipos utilizados se encuentran expuestos a la intemperie y los cambios climáticos son bien marcados, por lo que la acumulación de partículas de polvo, nieve puede resultar en datos erróneos y por ende un mal funcionamiento de la red.

Se recomienda que la Escuela Politécnica Nacional procure que los proyectos de titulación se encaminen a resolver problemas reales. De esta manera, la Institución podrá hacerse conocer, tanto por empresas públicas como privadas, como fuente confiable para la solución de problemas y provisión de servicios. Por otro lado con este tipo de proyecto los estudiantes adquieren experiencia práctica tal como se la vive en la realidad.

7 BIBLIOGRAFIA

<http://www.cambioclimatico.gov.co/impactos-glaciares2.html>

<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/enso/pouyaud.html>

ftp://ftp.gfz-potsdam.de/home/se/nina/abstracts-congreso-chileno/S01/S1_029.pdf

http://weather.austincollege.edu/ACWX_Manuals/b_cr23x.pdf

<http://www.pluviometro.com/temasdivul/plugral.html>

<http://www-lgge.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/SiteWebAndes/parametres.htm>

<http://crea.uclm.es/siar/estaciones/sensores.php>

<http://www.campbellsci.co.uk/index.cfm?id=493>

<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.youngusa.com/products/7/5.html>

<http://www.kippzonen.com/?product/16132/CGR+3.aspx>

http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/termocuplas.htm

<http://www.hukseflux.com/products/heatFlux/hfp01.html>

<ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/sr50.pdf>

http://www.visitaecuador.com/index.php?cod_seccion=5&codigo=MAoVwFQF

<http://ohmybits.com/2009/08/telefonía-celular-redes-digitales-cdma-tdma-y-gsm/>

<http://www.trucoswindows.net/forowindows/manuales-liberacion-flasheo-moviles/41986-tecnologia-gprs.html>

<http://www.com-ip.fr/index.php?lang=es&rub=technologies>

<http://pipelara20.tripod.com/rs232.htm>

<http://www.slideshare.net/uansistemas/tipos-de-enlace-3460391>

http://www.gprsmodems.co.uk/acatalog/Online_Catalogue_Wavecom_GSM_GPRS_Modems_100.html#a9

<http://www.hispasat.com/Detail.aspx?SectionId=37&lang=es>

<http://www.centronaval.org.ar/boletin/bcn/BCN821/821rodriguez-duc.pdf>

http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci213041,00.html

<http://www.sss-mag.com/ss.html>

http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/spread_spectrum.pdf ok

<http://quito.olx.com.ec/nanostation2-ubiquiti-iid-98877196>

<http://www.ubnt.com/nanostation>

<http://es.kioskea.net/contents/transmission/transanalog.php3>

<http://www.perle.com/products/IOLAN-DS-Terminal-Server.shtml>

<http://www.campbellsci.co.uk/index.cfm?id=567>

<ftp://ftp.campbellsci.co.uk/pub/csl/outgoing/es/leaflets/nl100.pdf>

http://wiki.bandaancho.st/APN_de_las_operadoras_para_configurar_el_m%C3%B3dem_de_Internet_m%C3%B3vil_3G

http://www.topsony.com/forum_es/general-f96/configuracion-movistar-ecuador-wap-gprs-y-mms-t37223.html

<http://notengotitulo.wordpress.com/2009/12/13/configuracion-gprs-wap-y-mms-para-movistar-en-ecuador/>

<http://blackberrylatino.com/que-es-apn/>

http://www.comunidadmoviles.com/configuracion_wap_movistar_y_porta_ecuador-t45384.0.html

<http://www.wimacom.com/wifiblog/2006/11/22/la-sensibilidad-de-recepcion-sensitibity-una-caracteristica-importante-en-un-adaptador-wifi/>

<file:///I:/R0/antisana/hourly222316287282.htm>

<http://www.mediasoluciones.com/acimut/>

<http://es.scribd.com/doc/198857/Ley-del-seno-y-ley-del-coseno>

http://www.netkrom.com/es/Datasheet/Datasheet_2.4GHz_24dBi_Parabolic_Grid_Antenna_spanish.pdf

<http://www.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/tadentro/TA74MJA607.pdf>

ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/b_loggers_castellano.pdf

ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/uk/leaflets/cr1000_csi.pdf

<http://www.campbellsci.com/documents/manuals/cr1000.pdf>

ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

<http://www.paroscientific.com/pdf/DQtoCR1000.pdf>

<http://www.campbellsci.com/documents/manuals/cr1000.pdf>

<http://www.iridium.com/products/Iridium-9522A-Satellite-Transceiver.aspx?productCategoryID=2>

<http://michrosat.com/products/iridium-9522a/Iridium-9522a.htm>

<http://www.geologia.uson.mx/academicos/lvega/ARCHIVOS/ARCHIVOS/EVAP.htm>

<http://www.fdi.ucm.es/profesor/jseptien/WEB/Docencia/REDES/Documentos/redes2c%20-%20Redes.pdf>

8 GLOSARIO

Mnemónico.- un mnemónico es una palabra que sustituye a un código de operación (lenguaje de máquina), con lo cual resulta más fácil la programación, es de aquí de donde se aplica el concepto de lenguaje ensamblador.

Minutal.- Tercera persona del singular Presente, modo Indicativo del verbo "**minutar**", femenino de "**minuto**".

Ratio .- Relación o proporción que se establece entre dos cantidades o medidas.

Evapotranspiración.- La evapotranspiración es esencialmente igual a la evaporación, excepto que la superficie de la cual se escapan las moléculas de agua no es una superficie de agua, sino hojas de plantas.

La cantidad de vapor de agua que transpira una planta, varía día a día con los factores ambientales que actúan sobre las condiciones fisiológicas del vegetal y determinan la rapidez con que el vapor del agua se desprende de la planta, siendo los principales:

- Radiación solar
- Humedad relativa
- Temperatura
- Viento

Radiación solar.- Este término comprende la luz visible y otras formas de energía radiante (radiaciones infrarrojas y ultravioleta). El principal efecto de las radiaciones solares sobre la evapotranspiración proviene de la influencia de la luz sobre la apertura y cierre de los estomas, ya que en la mayoría de las especies vegetales, los estomas por lo común, permanecen cerrados cuando desaparece la luz.

Humedad relativa.- En general si otros factores permanecen constantes, cuando la presión del vapor es mayor, será más lenta la evapotranspiración. Si los estomas están cubiertos, la difusión del vapor de agua de las hojas dependerá de la diferencia entre la

presión de vapor de agua en los espacios intercelulares y la presión de vapor de la atmósfera exterior.

Temperatura.- Influye en la velocidad en que se difunde el vapor de agua de las hojas a través de los estomas, en general cuanto más alta es la temperatura para un gradiente dado, más alta es la velocidad de difusión.

Viento.- El efecto del viento sobre la evapotranspiración dependerá de las condiciones ambientales. Un aumento en la velocidad del viento, dentro de ciertos límites significa una mayor evapotranspiración, sin embargo, puede decirse que la evapotranspiración aumenta relativamente más, por los efectos de una brisa suave (0 a 3 km/hora), que por vientos de gran velocidad. Se ha observado que estos últimos ejercen más bien un efecto retardante sobre la evapotranspiración, probablemente debido al cierre de los estomas en tales condiciones. El efecto del viento puede ser indirecto sobre la evapotranspiración a través de la influencia que ejercen en la temperatura de las hojas.

Repetibilidad.- Se diferencia entre varias medidas realizadas en las mismas condiciones de material y de medio ambiente por el mismo operador en un periodo de tiempo corto. Las medidas se efectúan por desplazamiento de la punta y regreso a la posición inicial de manera homogénea. Valor expresado generalmente en micras.

Emplazamiento.- Colocación o situación en un determinado lugar, Lugar en que está situada una persona o cosa.

Nivómetro.- El nivómetro es un aparato diseñado para medir la profundidad y espesor de la capa de nieve, aguanieve o granizo y evalúa un cálculo de la cantidad de agua precipitada de esta manera en un lugar determinado, durante un intervalo de tiempo dado.

IRD.- Instituto de Investigaciones para el Desarrollo de Francia (Institut de recherche pour le développement).

9 ANEXOS

ANEXO 1

CONFIGURACIÓN DEL CONVERTIDOR IOLAN PERLE

Los equipos que se tiene en el Inamhi son los descritos en la parte anterior, ahora se procede a explicar la configuración actual del Convertidor:

- Se debe conectar por medio del cable de red al computador y se conecta el cargador.
- Abrimos Internet Explorer
- Se coloca la siguiente dirección IP: **192.168.1.77**

Username:admin

Password: superuser



Figura 1 Inicio

Al ingresar, username y el password se obtiene la siguiente pantalla donde se tiene el servicio de configuración.



Figura 2 Configuration Services

En la siguiente pantalla, Network se verifica las direcciones en especial la dirección Ip asignada a cada equipo.

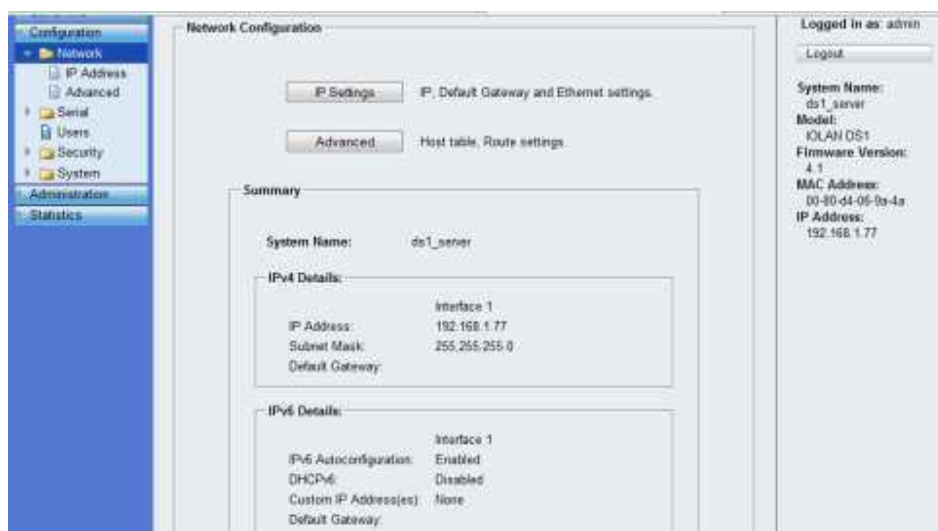


Figura 3 Configuraciones de Red

Se coloca Ip Setting, se verifica la dirección IP, si no es la misma se cambia con la dirección indicada en la figura 2.5, se verifican las direcciones de Máscara y Default Gateway se coloca 0.0.0.0.

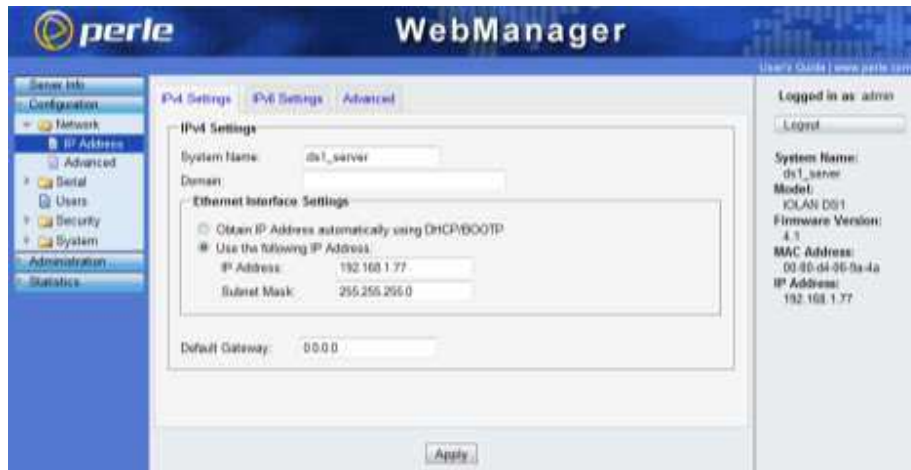


Figura 4 IPv4 Settings

Se da clic en Serial Port para configurar algún parámetro que no se encuentre similar al de la figura 2.6, aquí podemos cambiar si no está configurada, se compara los parámetros.



Figura 5 Serial Port

En Hardware se comprueba, si en Serial Interface se encuentra colocado en EIA-232, la velocidad de 9600 y el # de 8 bits.



Figura 6 Hardware

Ahora a Map TruePort Baud Rate, tasas de error de bits y comprobamos los valores, así podemos obtener una transmisión precisa entre los 2 convertidores.

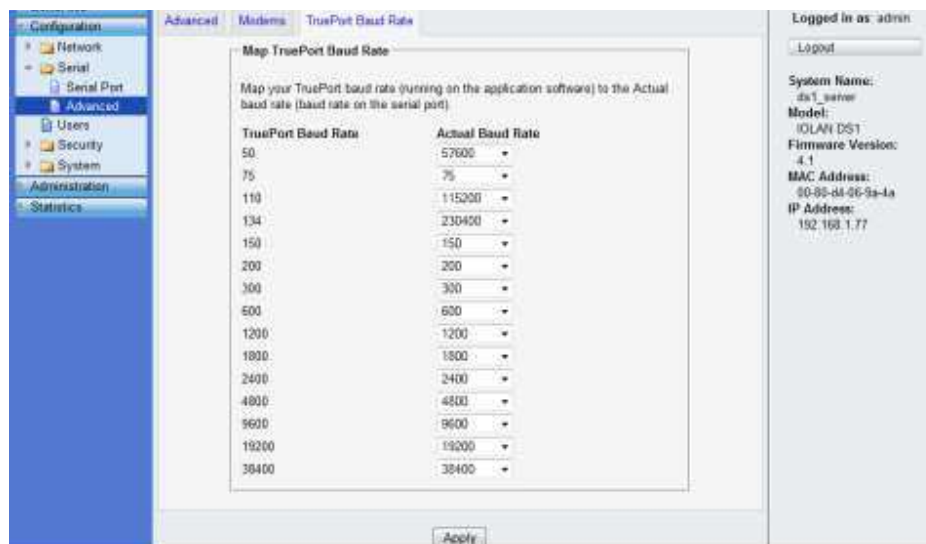


Figura 7 TruePort

Seguimos y tenemos Users, se comprueba el nombre, Admin y por default es normal

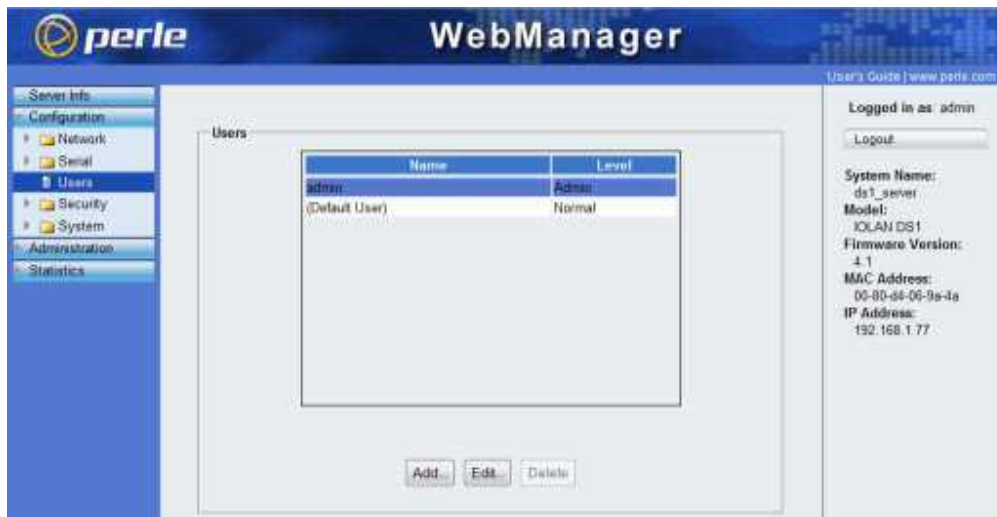


Figura 8 Users

Security se abre la carpeta vamos a Network Service, se observa que estén levantados todos los puertos



Figura 9 Network Services

Aquí se puede configurar los parámetros de TFTP.



Figura 10 TFTP

Para finalizar tenemos la pantalla server info summary, se localiza toda la información del convertidor.



Figura 11 Server Info

Vamos en Statistics, donde encontramos, Network, Serial Ports, User



Figura 12 Statistics

En Network se encuentra parámetros, direcciones IP, Mac adress, Subnet, etc.



Figura 13 Ethernet Statistics

En esta figura se encuentra toda la información de la IP statistics



Figura 14 IP statistics

En TCP Statistics, se comprueba los parámetros



Figura 15 TCP Statistics

Aquí se localiza todas las direcciones TCP, como se puede observar a continuación.

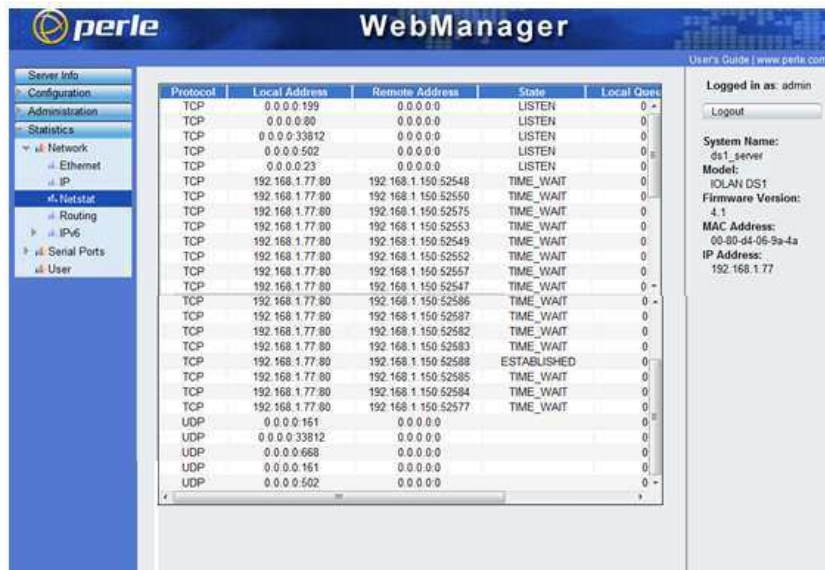


Figura 16 Netstat

Para finalizar se encuentra las configuraciones del Router, dirección IP, Mac adress, default Gateway



Figura 17 Route

CONFIGURACIÓN DEL TÚNEL IOLAN

Después de conocer todo lo que tiene el Convertidor Serial TCP/IP y sus características se procede a la realización de un túnel virtual a fin de lograr obtener transparencia entre

la estación y la torre Guamaní. Para facilitar la configuración vamos a utilizar el programa que viene con el equipo, se hace correr el CD y se obtiene la siguiente pantalla.



Figura 18 Pantalla Principal

Ahora se coloca en **EasyConfig** damos clic y se obtiene la pantalla, se localiza los parámetros que vamos a desarrollar a continuación.



Figura 19 EasyConfig

De aquí en la pantalla se procede a instalar el Software **IOLAN Easy Config_V4.1.5**, y se obtiene.

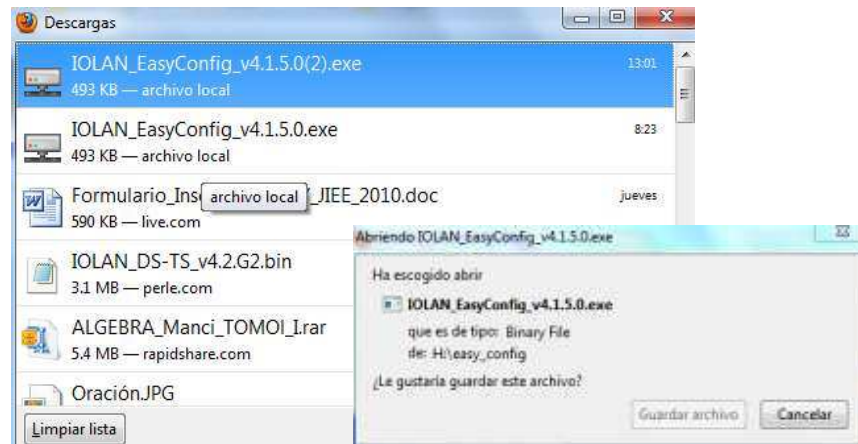


Figura 20 Descarga del programa

Aparece la siguiente pantalla indicando que se puede abrir el programa, en este caso se coloca siguiente, y se obtiene Bienvenido a EasyConfig



Figura 21 Pantalla de Bienvenida

Se conecta al modem dando clic en siguiente y se obtiene la pantalla donde nos indica la dirección IP y el nombre del equipo, este se encuentra configurado como cliente.

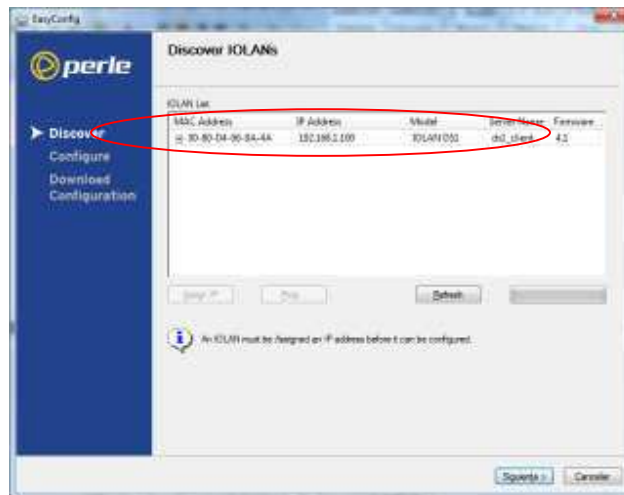


Figura 22 Discover IOLANs

En este caso se coloca sobre el nombre, se hace azul y se da en siguiente, se obtiene la pantalla, donde se puede configurar el nombre del Equipo, la dirección IP que ese caso es **192.168.1.100**, la Mac Address y el Default Gateway.



Figura 23 Network Settings

En la siguiente pantalla se configurar el Modem y el dibujo del tunel, facilita el entendimiento, esta opción es Serial Tunneling (Cliente/Server) los parametros a colocar son:

Act As: Tunel Cliente

Hostname: Ds1_cliente

Host IP: 192.168.1.100

TCP Port: 10001

Speed: 115200, (Solo para pruebas)

Se da clic en Download, se descarga toda la información del cd al equipo convertidor, se puede observar que la parte de la nube es transparente, en este prediseño en vez de la nube se coloca las Nanostations.

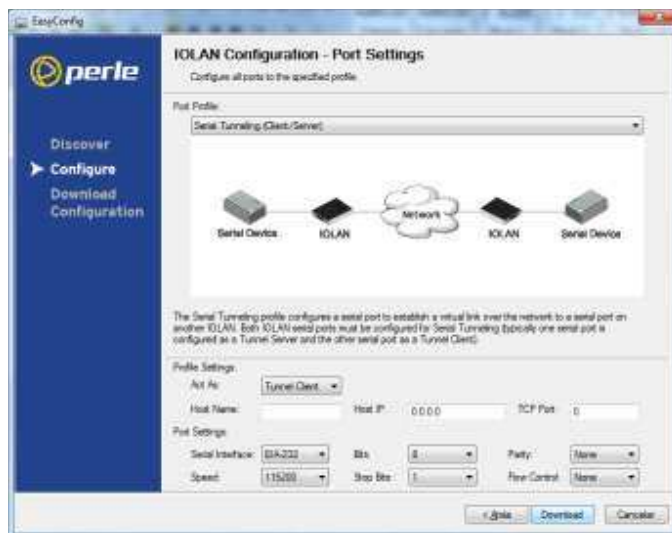


Figura 24 Port Settings

Se da clic en finalizar, queda configurado el convertidor, aparece el nombre del equipo, el tipo de conexión en este caso túnel y el puerto por donde está trabajando.

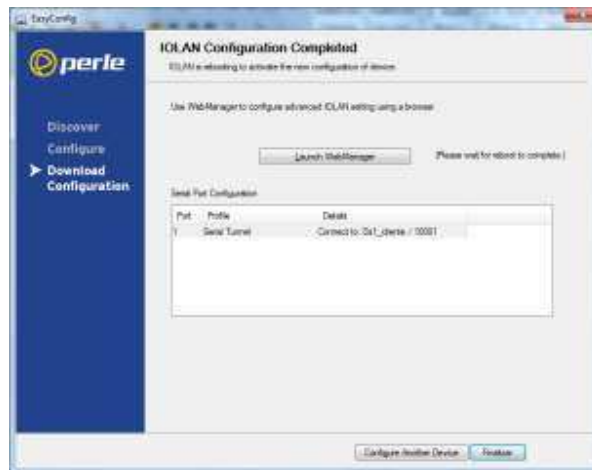


Figura 25 Configuration Completed

Para el otro equipo convertidor, se debe configurar como **servidor** seguimos los mismos pasos anteriores utilizando las figuras desde 2.28 hasta la figura 2.29, y se obtiene la siguiente pantalla, donde vemos colocada la dirección IP 192.168.1.77

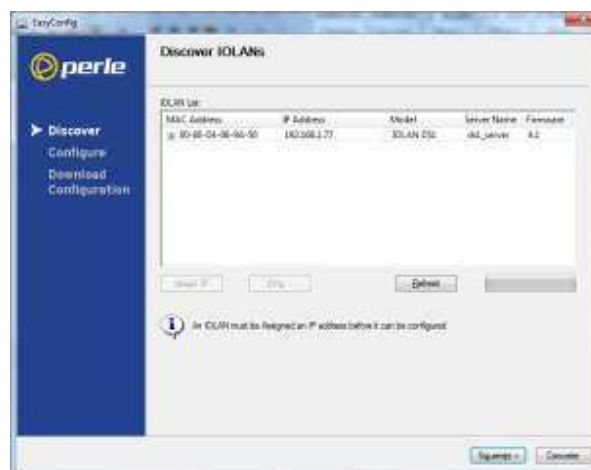


Figura 26 Discover

Damos clic en IOLAN DS1, se obtiene la siguiente pantalla, donde se colocó el nombre del sistema, la dirección IP, máscara y la dirección Default Gateway.



Figura 27 Network Settings

Ahora se obtiene la pantalla, se escoge la opción:

Act As: Tunnel server

Speed: 115200

Se da clic en download y automáticamente, empieza a descargar la configuración del Server al equipo convertidor.

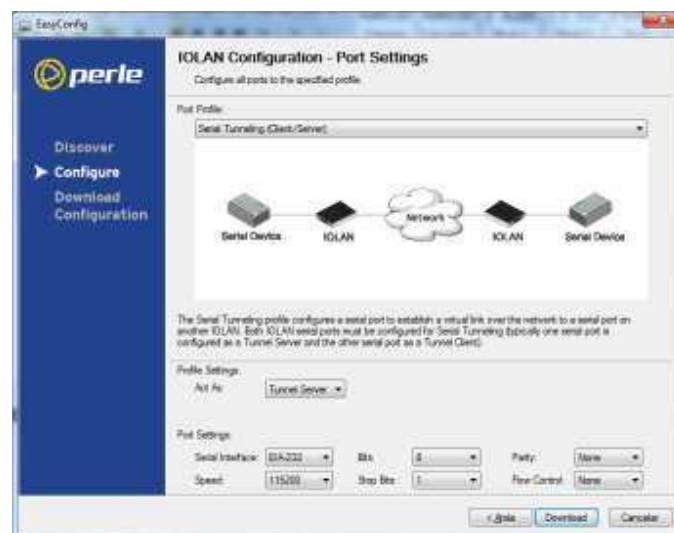


Figura 28 Port Settings

Se obtiene la pantalla que indica el puerto de comunicación, se da clic en finalizar.

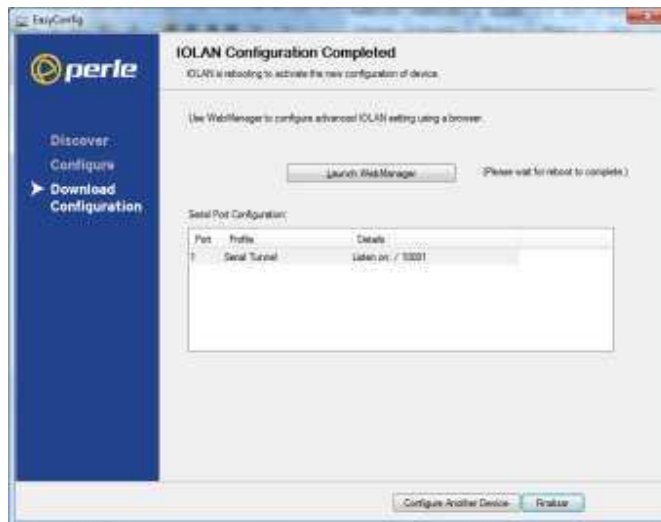


Figura 29 Configuration Completed

Se hace la comprobación se coloca entre los convertidores un cable de Red cruzado, y un cable serial RS232 a cada computador, se abre el Hyperterminal y se comprueba si existe comunicación, y si funciona el túnel virtual.

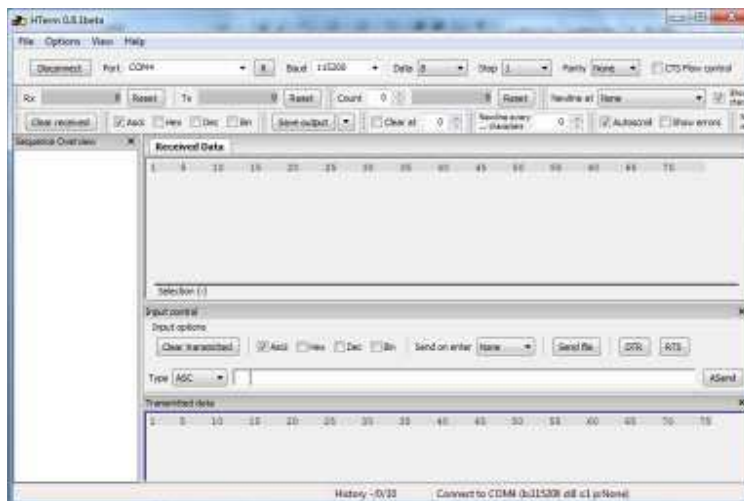


Figura 30 Htem 0.8 desde el cliente

Se requiere 2 computadores, en la primera se conecta el convertidor cliente, se coloca en Com4, se envía frases para ver si se puede observar en otra computadora, el mensaje fue **“Aquí nos encontramos en el Cliente”**

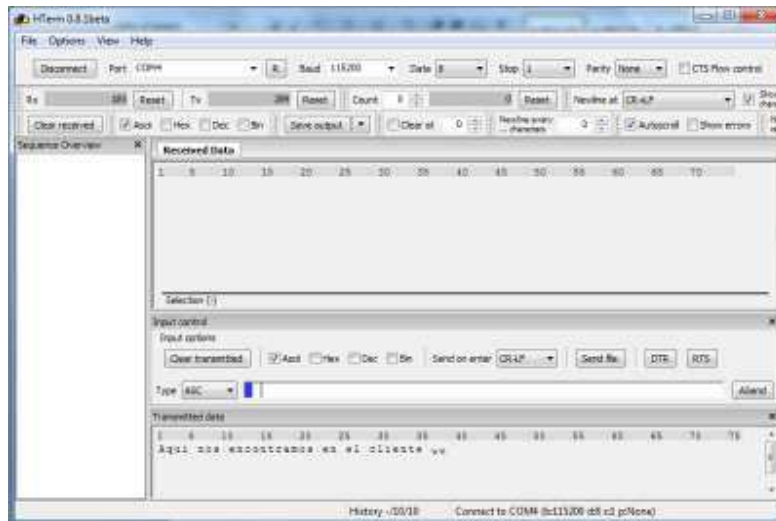


Figura 31 Cliente

El 1^{er} mensaje no llego ahora se comprueba enviando un mensaje de la otra computadora **“Localizados en el Servidor”**

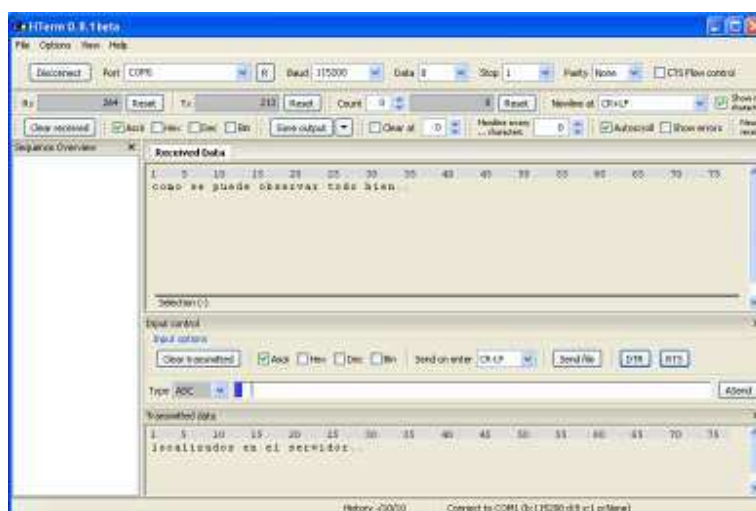


Figura 32 Servidor

Se comprueba que el mensaje llegeo “Localizados en el Servidor”, se observa en la pantalla Received Data del cliente.

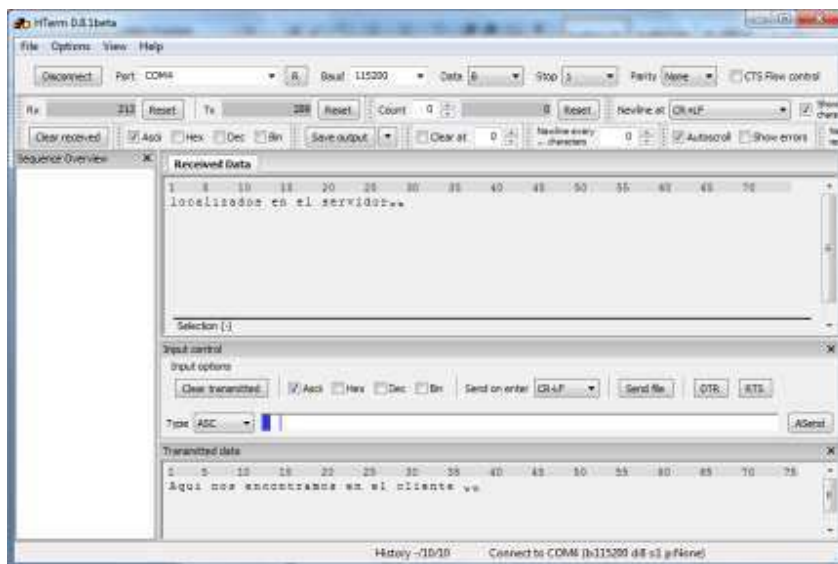


Figura 33 Cliente

Ahora desde el cliente vamos a enviar un mensaje “Como se puede observar todo bien”.

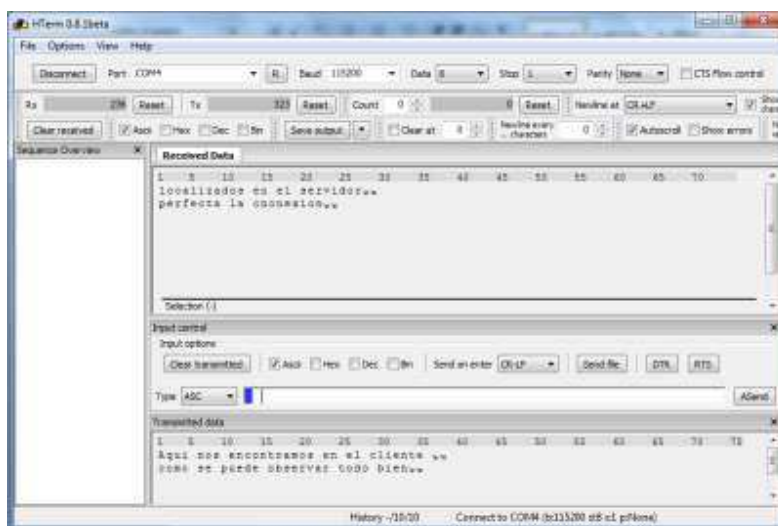


Figura 34 Cliente

En el servidor se recibió el mensaje sin ningún inconveniente como se puede leer “como se puede observar todo bien”

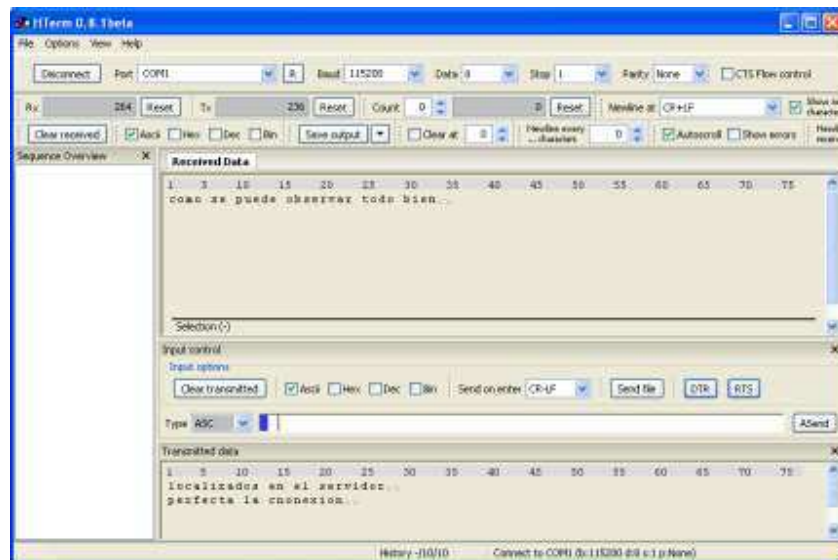


Figura 35 Servidor

Desde el servidor se envía el mensaje “Gracias cambio y fuera”

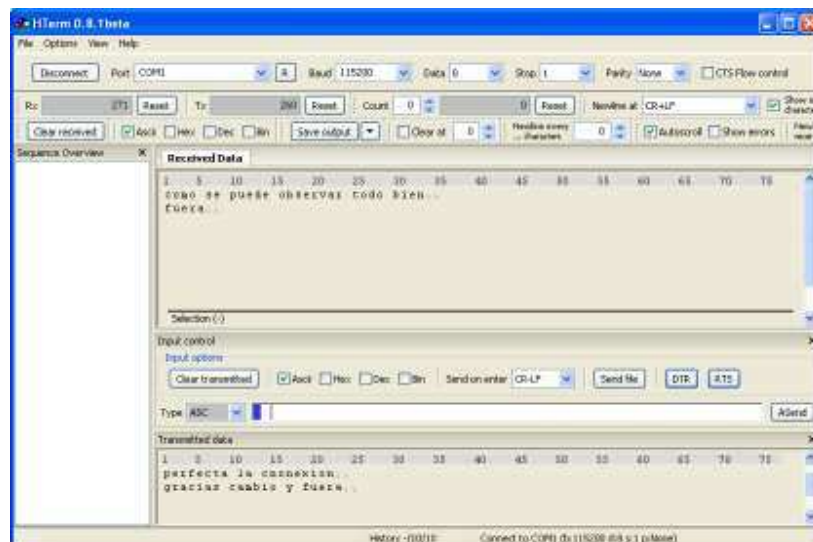


Figura 36 Servidor

Se puede observar luego el mensaje “gracias cambio y fuera”

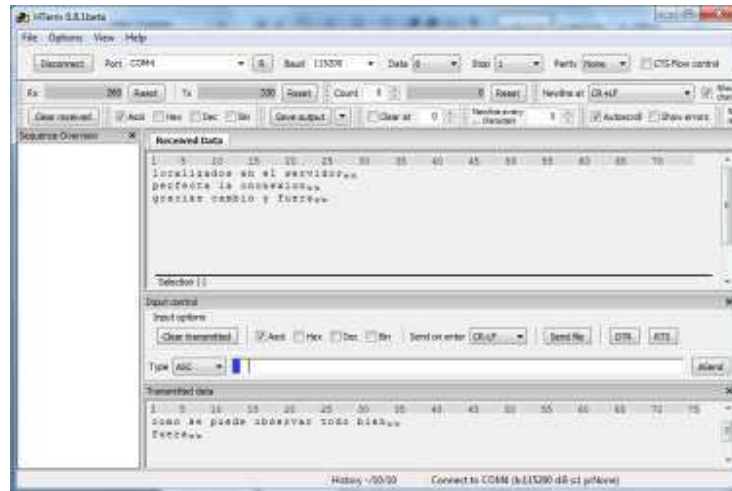


Figura 37 Cliente

ANEXO 2

CONFIGURACIÓN DE UNA NANOSTATION

Para configurar el equipo se coloca la alimentación conectando con un cable directo de red, este dispositivo se encuentra asociado con una dirección IP fija en este caso es: 192.168.1.20, al ingresar esta dirección IP en un programa navegador (Internet Explorer), nos va a solicitar un usuario y una clave estos equipos vienen configurados por default.

Username: ubnt

Password: ubnt

La siguiente pantalla donde podemos observar los parámetros principales son: Nombre de la estación, la frecuencia, el canal, el tiempo de funcionamiento así también la fecha y la hora, aquí colocamos la Dirección IP de la Red LAN, así también la dirección de la red WLAN, para este caso los parámetros se encuentran ya configurados, caso contrario deberíamos comparar con la tabla y hacer los cambios necesarios.

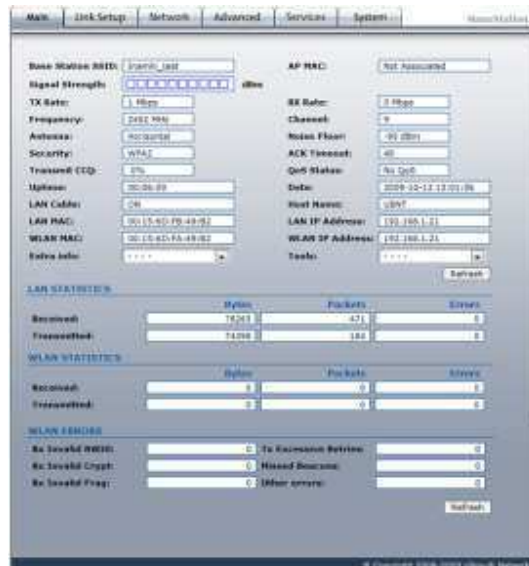


Figura 1 Menú

Se continua con Link Setup, donde se observan los parámetros de punto de acceso, código del país donde van a operar los equipos y el modo IEEE 802.11 modo B o modo G, en este caso se va a utilizar híbrido B/G mixto, se puede determinar el ancho de banda del espectro del canal en este caso solo 20 MHz y se debe tomar en cuenta la potencia de salida, para las pruebas se debió bajar a 10 dBm, otro factor importante la velocidad de los datos. No olvidar las seguridades que se va a aplicar a la red inalámbrica.



Figura 2 Enlace de Instalación

Aquí se tiene la siguiente pantalla donde se observan las redes y se escoge la red configurada y se da clic en Select.

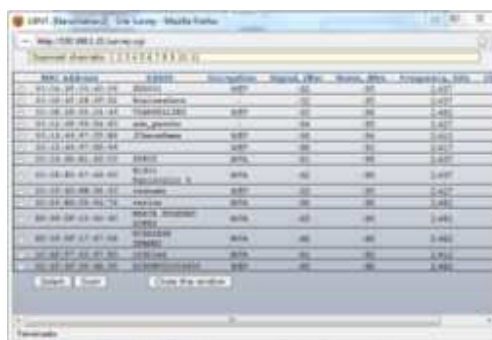


Figura 3 Parte de pantalla Enlace Select

Ahora en Network se observa los parametros de la red: configuración de dirección Ip, Mascara de red y la IP puerta de enlace (Default Gateway) y si hay cambios colocamos los mismos valores q tenemos en la figura 2.56 y guardamos los cambios.

The screenshot displays the AirOS Network configuration interface. At the top, there are navigation tabs: Main, Link Setup, Network (selected), Advanced, Services, and System. The NanoStation2 logo is visible in the top right corner. The main configuration area includes:

- Modo de Red:** Bridge (selected in a dropdown menu)
- Disable Network:** None (selected in a dropdown menu)
- CONFIGURACIÓN DE LA RED:**
 - Dirección IP Bridge:** Radio buttons for DHCP and Estático (selected).
 - Dirección IP:** 192.168.1.20
 - Máscara de red:** 255.255.255.0
 - IP Puerta de Enlace:** 192.168.1.1
 - IP DNS Primario:** (empty field)
 - IP DNS Secundario:** (empty field)
 - DHCP Fallback IP:** 192.168.1.20
 - Spanning Tree Protocol:**
 - Auto IP Aliasing:**
 - IP Aliases:** Configurar...
- FIREWALL SETTINGS:**
 - Enable Firewall:** Configurar...

At the bottom of the configuration area, there is a 'Cambiar' button. The footer of the page reads '© Copyright 2006-2008 Ubiquiti Networks'.

Figura 4 Network

Ahora continuando con Advanced, se tiene la configuración inalámbrica avanzada, aquí se encuentra un parámetro muy importante la distancia entre las antenas, y se encuentra la polarización de la antena horizontal, vertical o ambas, un control de tráfico inalámbrico y para finalizar se tiene la calidad del servicio este parámetro permite una transmisión con calidad.

Main | Link Setup | Network | **Advanced** | Services | System | NanoStation2

CONFIGURACIÓN INALÁMBRICA AVANZADA

Algoritmo de Velocidad: EWMA

Inmunidad al ruido: Habilitado

Umbral RTS: 2346 Off

Umbral de fragmentación: 2346 Off

Distancia: millas (4 km)

Time out: 48 Ajuste automático

Datos de Multidifusión: Permitir Todos

Tasa Multidifusión, Mbps: 1

Enable Extra Reporting:

Habilitar aislamiento de cliente:

ANTENA

Configuración de antena: Horizontal

UMBRALES DE LED DE SEÑAL

Umbral, dBm:	LED1	LED2	LED3	LED4
	- 94	- 80	- 73	- 65

CONTROL DEL TRAFICO INALÁMBRICO

Habilitar Control de tráfico:

Límite Trafico Entrante: 512 kbit/s

Incoming Traffic Burst: 0 KBytes

Límite tráfico saliente: 512 kbit/s

Outgoing Traffic Burst: 0 KBytes

CONFIGURACIÓN QOS 802.11E (WMM)

Nivel QoS (WMM): No QoS

Figura 5 Advance

Continúa con Services aquí encontramos los servicios que tienen las Nanostation como son SNMP, NTP, WEB, TELNET, SERVER, LOG

Main | Link Setup | Network | Advanced | Services | System | NanoStation2

ALERTA PING

Habilitar Alarma Ping:

Direccion IP para el Ping:

Ping Intervalo: segundos

Retraso Inicial: segundos

Conteo de Fallos para Reiniciar:

AGENTE SNMP

Habilitar Agente SNMP:

Comunidad SNMP:

Contacto:

Ubicación:

CLIENTE NTP

Habilitar cliente NTP:

Servidor NTP:

SERVIDOR WEB

Utilizar conexión segura (HTTPS):

Secure Server Port:

Server Port:

SERVIDOR TELNET

Habilitar Servidor Telnet:

Server Port:

SSH SERVER

Enable SSH Server:

Server Port:

SYSTEM LOG

Enable Log:

Enable Remote Log:

Remote Log IP Address:

Remote Log Port:

© Copyright 2006-2008 Ubiquiti Networks

Figura 6 Services

Y para finalizar se tiene System, aquí los parámetros para colocar el nombre al equipo (Host), la cuenta administrativa, es decir el nombre de Administrador, la contraseña, y se escoge el idioma de la interfaz y se reiniciar para guardar los parámetros.

Main	Link Setup	Network	Advanced	Services	System	NanoStation2
FIRMWARE						
Versión Firmware:		XS2.ar2316.v3.S.4476.091013.1749				
		<input type="button" value="Actualizar..."/>				
NOMBRE DEL HOST						
Nombre del Host:		<input type="text" value="UBNT"/>				
		<input type="button" value="Cambiar"/>				
CUENTA ADMINISTRATIVA						
Usuario Administrador:		<input type="text" value="ubnt"/>				
Contraseña actual:		<input type="password"/>				
Nueva contraseña:		<input type="password"/>				
Verificar nueva contraseña:		<input type="password"/>				
		<input type="button" value="Cambiar"/>				
READ-ONLY ACCOUNT						
Enable Read-Only Account:		<input type="checkbox"/>				
Read-Only Username:		<input type="text"/>				
Contraseña:		<input type="password" value="*****"/>				
		<input type="button" value="Cambiar"/>				
IDIOMA DE LA INTERFAZ						
Idioma:		<input type="text" value="Español"/> <input type="button" value="Definir como predeterminada"/>				
PERSONALIZACIÓN DEL LOGO						
Habilitar logo personalizado:		<input type="checkbox"/>				
Logo URL de destino:		<input type="text" value="http://"/>				
Fichero del Logo:		<input type="text"/> <input type="button" value="Examinar..."/>				
		<input type="button" value="Cambiar"/>				
ADMINISTRACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN						
Copia de seguridad de la configuración:		<input type="button" value="Descargar..."/>				
Subir configuración:		<input type="text"/> <input type="button" value="Examinar..."/>				
		<input type="button" value="Subir"/>				
MANTENIMIENTO DEL DISPOSITIVO						
		<input type="button" value="Reiniciar..."/> <input type="button" value="Reajustar a valores por defecto..."/> <input type="button" value="Support Info"/>				
© Copyright 2006-2008 Ubiquiti Networks						

Figura 7 Sistema

Después de haber revisado los parámetros se prueba la configuración, conectando al wireless de la computadora y como se puede observar, en la figura 2.60 ha sido exitosa la configuración.



Figura 8 Verificación de conexión vía Inalámbrica

CONFIGURACIÓN DE LA NANOSTATION COMO ACCESS POINT

Para la configuración de la Nanostation 2, primero se conecta al equipo al computador, se abre algún explorador de internet (Internet Explorer o Mozilla), dependiendo de su preferencia, en este caso se coloca la dirección **IP 192.168.1.21**, el usuario y la clave se debajo de la Figura 2.52, de ahí se ingresa y se obtiene:



Figura 9 Main

Aquí se ubica en Link Setup, se coloca **Access Point**, y este caso se da de nombre SSID: **Inamhi_test**.



Figura 10 Link Setup

Se da clic en cambiar.

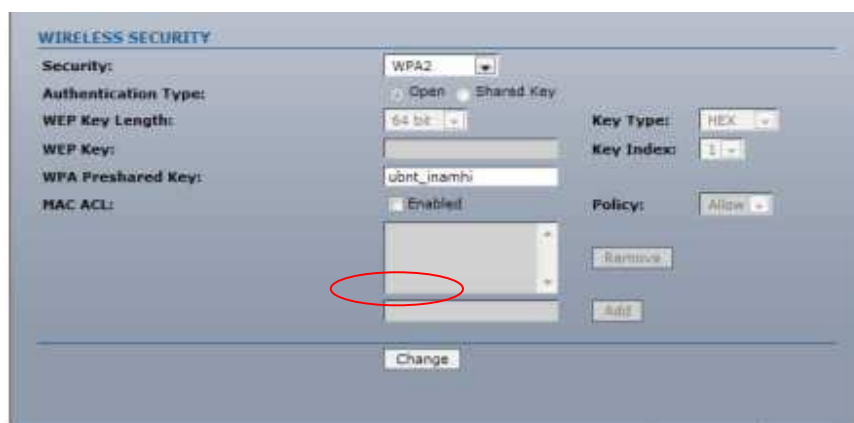


Figura 11 Link Setup

Aparece otra frase indicando, si quieres guardar los cambios, se da clic en Apply

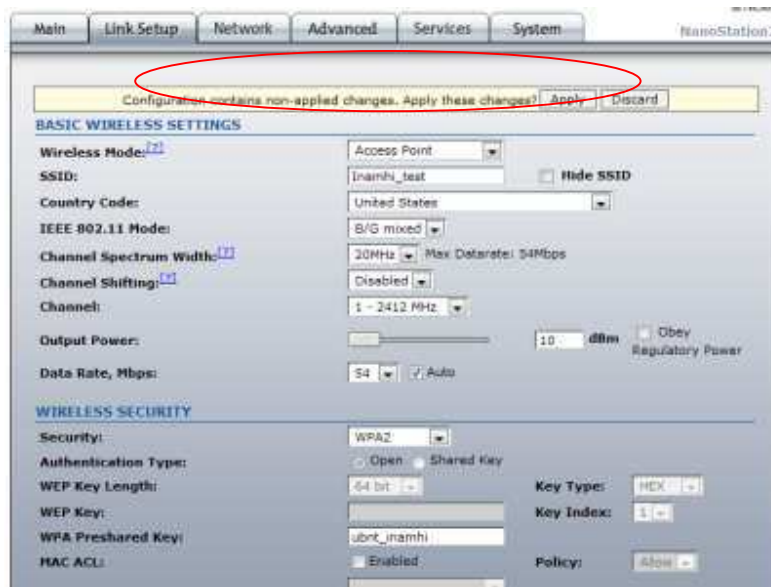


Figura 12 Link Set

Se da clic en Apply y aparece la barra cargando

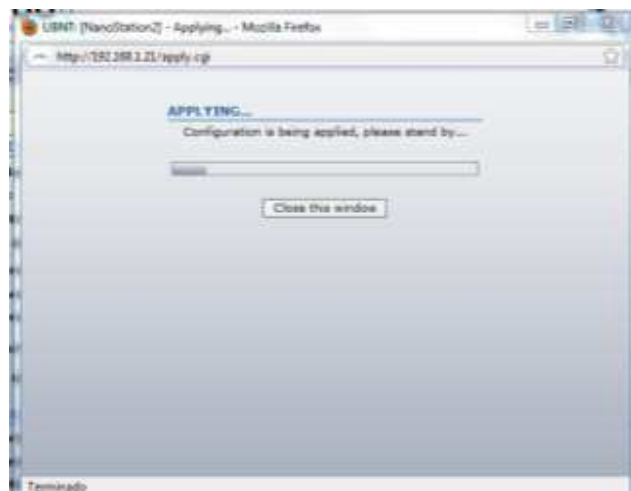


Figura 13 Link Set

Se obtiene la configuración del equipo como Access Point. Ahora vamos a configurar el equipo para que funcione como Estación.

CONFIGURACIÓN DE LA NANOSTATION COMO ESTACION

Para la configuración de la Nanostation 2, primero se conecta al equipo al computador, se abre Internet Explorer o Mozilla, dependiendo de su preferencia, de ahí en este caso se coloca la dirección **IP 192.168.1.20**, el usuario y la clave se encuentra debajo de la Figura 2.52, de ahí ingresamos y se obtiene:

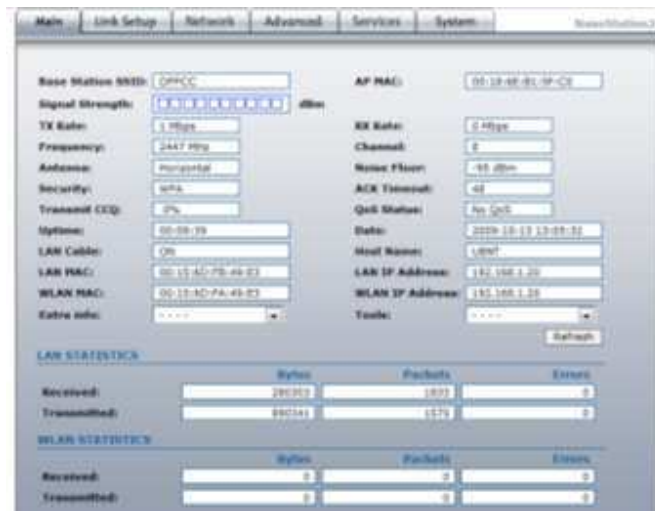


Figura 14 Main

Ahora se coloca en Link Setup, se coloca el nombre en Station.

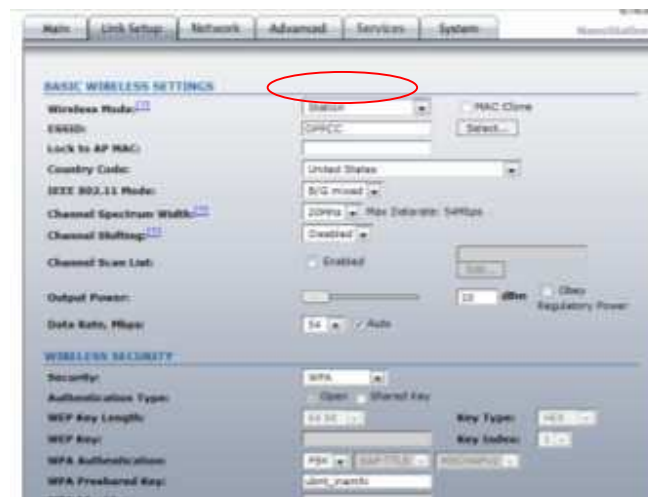


Figura 15 Link Setup

Ahora a Select y se busca la red que se debe seleccionar, en este caso Inamhi_test.

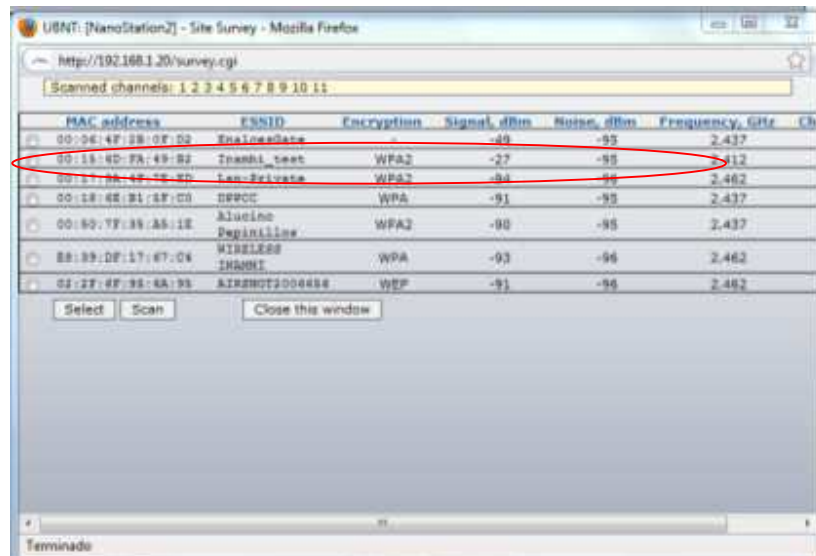


Figura 16 Link Setup

Se puede observar como cambio el nombre.

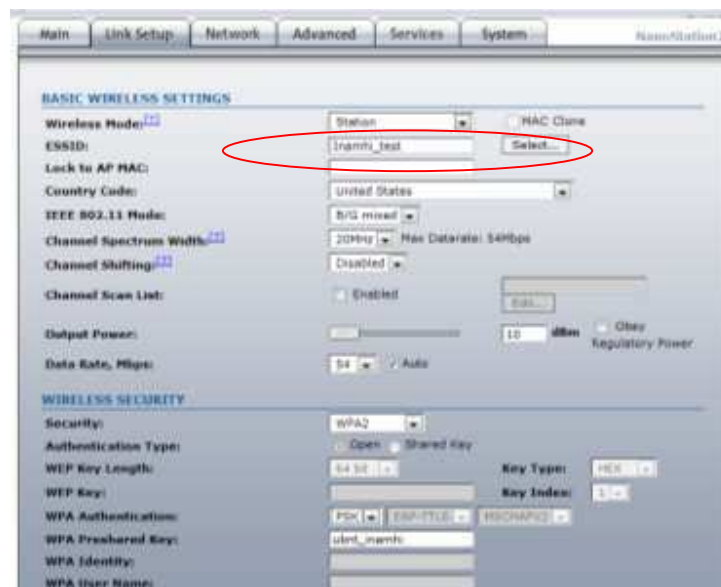


Figura 17 Link Setup

Se da clic en cambiar y se obtiene la siguiente la pantalla, aceptar los cambios.



Figura 18 Link Setup

Se da clic en Apply y se obtiene la siguiente pantalla

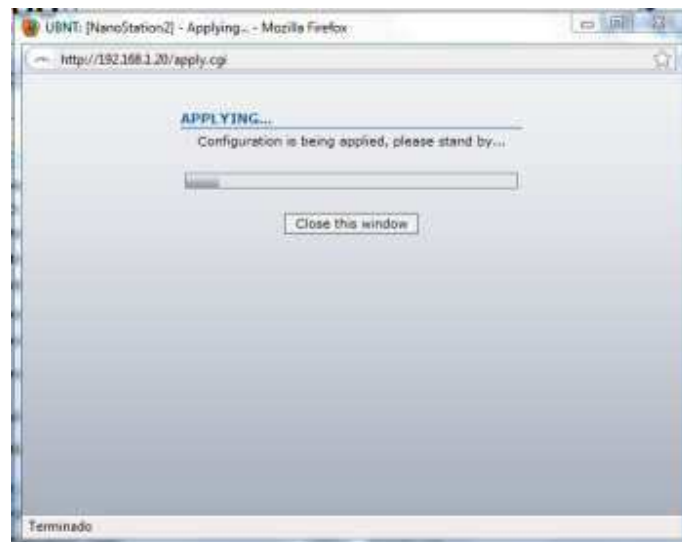


Figura 19 Link Setup

Se continúa con Main y se puede observar que los leds del equipo se encuentran funcionando correctamente

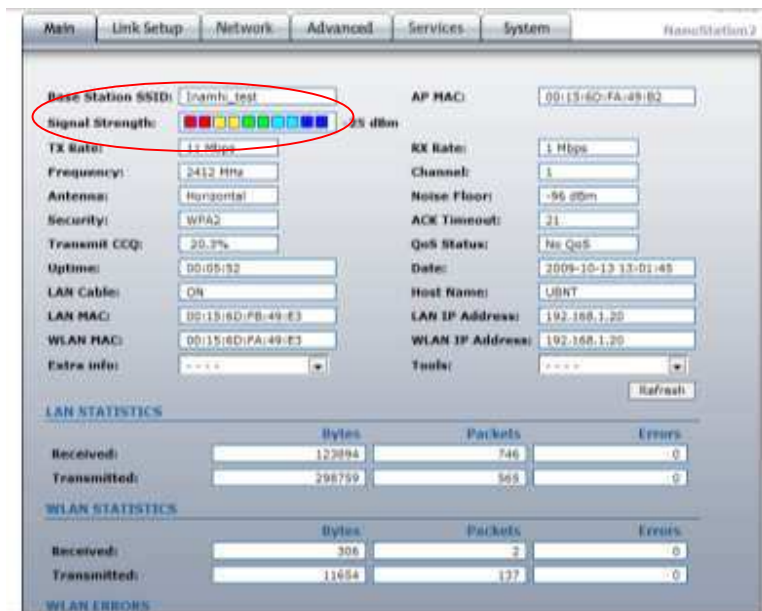


Figura 20 Main

Para realizar la comprobación se da un ping a la Nanostation que trabaja como Access Point y se obtiene.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Javier>ping 192.168.1.21

Haciendo ping a 192.168.1.21 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.21: bytes=32 tiempo=7ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.21: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.21: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.21: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.21:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 3ms, Máximo = 7ms, Media = 4ms

C:\Users\Javier>
  
```

Figura 21 Ping

ANEXO 3

ANTENA DE GRILLA

La W24-24G es un sistema de antena direccional, la cual incorpora un reflector de antena de tipo rejilla parabólica de 2 piezas fundidas en aluminio con un dipolo pasivo alimentado por 50 ohm patentado. El dipolo se presenta con un conector pigtail N Tipo Hembra de 24". La instalación es simple con el soporte resistente ajustable a la inclinación. Los soportes están totalmente galvanizados, lo que permite protegerlo de la extrema corrosión y cada reflector está hecho de acero inoxidable y viene con instrucciones completas de su ensamblaje.¹⁷



Figura 1 Antena de Grilla

CARACTERISTICAS

- Viene en tamaño pequeño para un bajo costo de envío (shipping)
- 50 Ω de Alimentación del dipolo pasivo.
- 24 dBi de ganancia, Polaridad Horizontal o Vertical
- Robusto, ligero e impermeable

¹⁷ http://www.netkrom.com/es/Datasheet/Datasheet_2.4GHz_24dBi_Parabolic_Grid_Antenna_spanish.pdf

- 2-Piezas bañadas con un recubrimiento protector de aluminio fundido

APLICACIONES

- Aplicaciones de Banda ISM de 2.4 GHz
- Acceso Inalámbrico a internet
- Backhauls Punto a Punto y Repetidores
- Video streaming

ESPECIFICACIONES

ELÉCTRICAS

Ganancia	24 dBi
Frecuencia	2400 – 2485 MHz
Perdida de Retorno	- 14 dB
VSWR	1.5:1
Angulo del Haz de 3 dB	8°
Mástil Cruzado	26 dB
Front to back	24 dB
Lóbulo Lateral	-20 dB
Impedancia	50 ohm
Potencia de Entrada	100 watts
Polarización	Vertical u Horizontal

MECANICAS

Dimensiones (WxL)	42 (107) x 24 (61) Inch (cm)
Peso	5.5 (2) Lbs. (Kg)
Diámetro del Mástil (OD)	Min 1 (25) Max 2 (50) Inch (mm)
Resistencia al Viento	100 mph, 96 (36) Lbs (Kgs) 140 mph, 188 (70) Lbs (Kgs)
Temperatura de Operación	-40 to + 70 °C
Conector	N-Type (female)

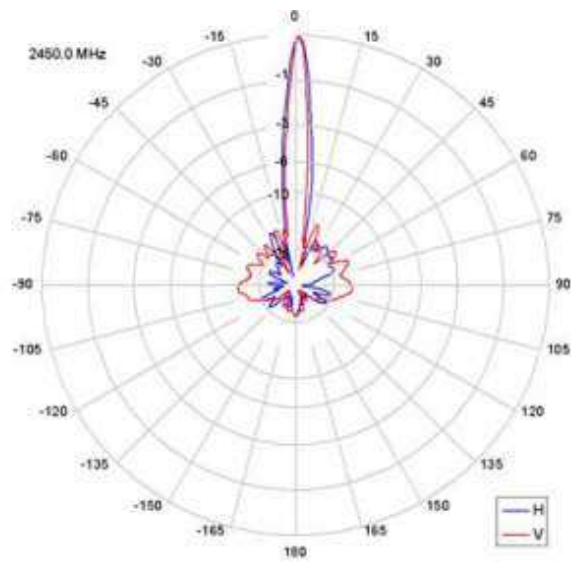


Figura 2 Haz de Cobertura

ANEXO 4

PROFORMA DE EQUIPOS NL

Quito, 25 de enero de 2011

MSc. Ing. Luis Maisincho
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
Dpto. de Investigaciones Glaciológicas

**De mi consideración:**

Aquí se presenta la cotización respecto a lo solicitado

ITEM	COD	DETALLE	INVERSIÓN	CANT.	SUBTOTAL
1	CPB-NL120	NL120 Ethernet Module 	\$ 507.26	1	\$ 507.26
2	CPB-NL115	NL115 Interface Ethernet y modulo compact flash 	\$ 887.67	1	\$ 887.67
TOTAL					\$ 1,394.93

NOTAS IMPORTANTES:

* Los precios no contienen IVA

* La forma de pago sera de 60% de anticipo y 40% contra entrega

* El fabricante en EEUU otorga una garantía internacional de 1 AÑO y sus condiciones completas se entregarán al cliente

* El tiempo de entrega es de 25 días a partir de la salida de fábrica. Se notificará al cliente cuando la producción en EEUU nos despache el producto y poder iniciar los trámites correspondientes

*Brindamos Capacitación extendida de requerirse por parte del cliente

*Poseemos capacidad de diagnóstico y reparación de equipos directamente en el Ecuador

*Ágil acceso a repuestos, accesorios y complementos

SOMOS DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS DE:
GLOBAL WATER, DAVIS INSTRUMENTS, CAMPBELL SCIENTIFIC, EIJKELKAMP,
SCHLUMBERGER WATER SERVICES, HYDROLOGICAL SERVICES, FORESTRY SUPPLIERS

Encantado de Servile,

ENG. CARLOS LOJA
TECHNICAL SUPPORT
SENSOR VITAL - PATHPROFIT S.A.
 Office: (593) 7 2883587
 Móvil: (593) 9 5944785



Quena - Ecuador

ANEXO 5

CONFIGURACIÓN DEL MODEM GPRS

Antes de la instalación del módem se debe revisar lo siguiente:

1. El equipo remoto que se desea comunicar, debe tener un puerto serial libre; a través de este puerto se va a realizar la comunicación.
2. El puerto serial del equipo remoto debe estar configurado de la siguiente manera:
 - a. **Velocidad de comunicación:** 9600 bps.
 - b. **Bits de datos:** 8 bits.
 - c. **Paridad:** Ninguna.
 - d. **Bits de parada:** 1 bit.
 - e. **Control de flujo:** Ninguno.
3. El equipo remoto se debe comunicar correctamente con la computadora central a través de un cable serial.
4. En el lugar de instalación debe existir señal celular y servicio de GPRS.
5. Se debe disponer de la dirección IP de la tarjeta SIM, esta dirección debe ser estática y no asignada a través de un servidor DHCP.
6. Se debe disponer el NOMBRE DE PUNTO DE ACCESO (A.P.N) del operador celular, la información se encuentra en el literal 2.2.5.2.

Para instalar el equipo se debe:

1. Ejecutar un programa terminal (p.e. Hyperterminal) con las siguientes configuraciones:
 - a. **Velocidad de comunicación:** 9600 bps.
 - b. **Bits de datos:** 8 bits.
 - c. **Paridad:** Ninguna.
 - d. **Bits de parada:** 1 bit.
 - e. **Control de flujo:** Ninguno.
2. Conectar el cable serial al módem y la PC.
3. Conectar el cable de alimentación del módem.

4. Escribir el comando: **AT** en el software terminal y presionar **ENTER**, la palabra **OK** aparecerá.
5. Escribir el comando **ATE1** para activar la visualización de caracteres escritos y presionar **ENTER**, la palabra **OK** aparecerá.
6. Escribir el comando: **AT+CREG?** en el software terminal y presionar **ENTER**, la respuesta **+CREG: 0,1** aparecerá.
7. Escribir el comando: **AT+DEBUG?** en el software terminal y presionar **ENTER**, la respuesta **Debug Activado** o **Debug Desactivado** aparecerá.
8. Ingresar el **APN**. Escribir en el software terminal el siguiente comando **AT+CGDCONT=1,"IP","XXXXX"** (donde XXXX es el A.P.N. por ejemplo, internet.movistar.com.ec) y presionar **ENTER**, la respuesta **OK** aparecerá.
9. Escribir el comando **ATE** y presionar **ENTER**, la palabra **OK** aparecerá.
10. Desconectar el cable de la computadora.
11. Conectar el cable en el equipo remoto.
12. Conectar a la red del operador celular la computadora donde reside el software de adquisición de datos.

ANEXO 6

TRANSMISIÓN VSAT

Los sistemas VSAT son redes de comunicación por satélite que permiten el establecimiento de enlaces entre un gran número de estaciones remotas con antenas de pequeño tamaño (VSAT: Very Small Aperture Terminals), con una estación central normalmente llamada Hub. Para este objeto el Inamhi adquirió hace un par de años, Módems de marca Iridium los mismos que tienen trabajando más de 66 satélites en todo el planeta colocados en órbita Leo.

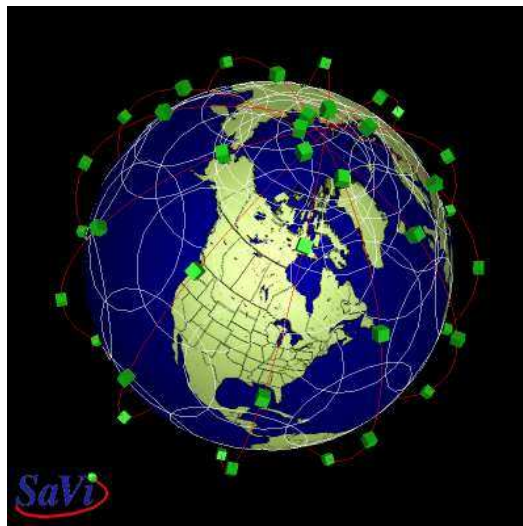


Figura 1 Distribución satélites Iridium

Los módems Iridium necesitan una configuración propia para poder funcionar correctamente, en el tiempo que se adquirieron por el Inamhi fueron para levantar los servicios de estaciones meteorológicas y poder transmitir desde sitios remotos, pero se presento dificultades, ahora los equipos se encuentran guardados en bodega y los costos para ese tiempo eran muy altos. Se puede observar hasta la actualidad que los equipos son caros y su utilización también, ya que se conoce que el costo de un chip de telefonía satelital en prepago puede llegar a costar 1000 dólares el año, así utilice o no

el servicio. En pos pago puede costar 40 dólares mensuales de tarifa básica, más el costo del minuto que va desde 1.30 a 2.00 Dólares.

IRIDIUM 9522A TRANSRECEPTOR DE SATÉLITE

El modem 9522A es transceptor de primera generación global por satélite de Iridium para las comunicaciones de voz y datos. Es ideal para los socios registrados de Iridium que necesitan un transceptor de satélite para incorporar a una solución definitiva de suscriptor de Iridium para una aplicación específica o un mercado vertical, como un teléfono de voz, marítimas terminal o de un vehículo en la solución de seguimiento. Proporciona conectividad de datos a través de una comunicación asincrónica y conexiones directas de internet. Las conexiones compatibles son de módem a módem, módem RTC usuario, usuario de RTC módem y el módem a Internet, RTC (Red Telefónica Conmutada).

- Interface serie RS-232 a través de conector DB-25
- # AT Command Set para el comando, control y configuración del módem
- Conector de RF de empresas transnacionales
- Mando a distancia de módulo de potencia
- Lector de tarjetas SIM integral
- Conector de alimentación



Figura 2 Transreceptor Iridium 9522^a

Comunicación Asincrónica

Cuando proporciona servicios de datos de asincrónico, el módem se puede Interface directamente en las aplicaciones existentes que actualmente utilizan módems PSTN o GSM. El módem proporciona conectividad de dúplex completo a una velocidad de datos de 2400 bps. La 9522a es compatible con ambos módem para las conexiones RTC/GSM y conectividad de módem a módem.

Módem A Módem

El 9522a también proporciona conectividad directa de módem a módem, lo que permite un módem llamar a otro directamente sin necesidad de conectividad de red terrestre. Esto permite 9522a remoto de llamar al (o a llamarse) directamente a través de un banco de 9522a ubicado en las instalaciones del cliente. Proporciona una red segura comunicación independiente, eliminando cualquier dependencia de la infraestructura terrestre existente.

Módem RTC

Un 9522a puede utilizarse para ampliar una aplicación de dial-up de la RTC (Red Telefónica Conmutada), en ubicaciones donde la conectividad RTC o cobertura GSM no está disponible. La 9522a puede marcar directamente a números PSTN/GSM o puede esperar en el modo de 'respuesta automática' para recibir llamadas de RTC/GSM según sea necesario.

Conectividad Directa A Internet

La 9522a puede configurarse para proporcionar una conexión directa a Internet en 2400bps sin tener que marcar un ISP a través de la RTC. Para acceder a la Internet, el módem marca un número de acceso específico. Una vez que el terminal es conectarlo permite la serie completa de protocolos IP que utilizan SMTP de WWW, FTP, incluyendo y Telnet. Conexión directa a internet permite que las aplicaciones de cliente actualizar las páginas de la web para el seguimiento y registro de las aplicaciones, o actualizar servidores a través de correo electrónico, o transferencia de archivos directamente a través de Internet.

Especificaciones

a.- Especificaciones mecánicas

- Longitud (conector de antena inc.) mm 216.1 (8.51")
- Longitud (conector de antena exc.) 196,4 mm (7.73")
- Anchura 82,6 mm (3.25")
- Profundidad 39.0 mm (1.54")
- G de peso 610 (aprox.)

b.- Especificaciones medioambientales

- Rango de temperatura de funcionamiento -20 C a +60C
- RH de 85% de la gama de humedad de funcionamiento
- Rango de temperatura de almacenamiento -40 C a +85C
- Rango de humedad de almacenamiento 85% RH

c.- Parámetros de RF de General

- Rango de frecuencia de 1616 a 1626.5 MHz
- Método de impresión dúplex TDD (dominio de tiempo dúplex)
- Oscilador estabilidad 1.5 ppm
- Entrada / salida impedancia de 50 Ohm
- TDHM/FDMA de multiplexado (método)

d.- Especificaciones de entrada de alimentación de CC

- Voltaje de entrada principal – Range +4.0 a situada VCC
- Voltaje de entrada principal – 4.4Vdc nominal

- Voltaje de entrada principal – 40mVpp de rizo

e.- Consumo @ + 4.4V de alimentación DC

- Inactivo: 0.5W (aprox.)
- Media: 4W (aprox.)
- Transmitir: 6W (pico)

f.- Balance del Enlace

- Configuración: 9522a
- Pérdida de cable: 3 dB Max.
- Margen de vínculo: 12,1 dB
- Módulo con el accesorio Motorola de antenas

g.- Descripciones de señal de interfaz de audio analógico

- Nombre de la señal: descripción de la señal
- MIC_AUD-entrada de audio analógica
- SPKR_AUD: salida de audio analógica
- ANALOG_AUD_EN: entrada de habilitar audio analógico.
- ANALOG_GND – ref. de nivel de señal de gnd audio analógico.

Interfaz SIM

Un conector de chip integrado de SIM se proporciona en el módem. Un lector de tarjetas SIM externo también puede ser Interface como un periférico a la 9522a a través del bus de DSC del control / audio interfaz. Una tarjeta SIM en el lector externo tendrá prioridad sobre el chip SIM en el conector integrado cuando ambos están presentes.

ANEXO 7

CÁLCULOS DEL BALANCE DEL ENLACE DE TRANSMISIÓN DE LA ESTACIÓN ORE A LA MORRENA 15.

Para la realización de cálculos primero se debe conocer la permeabilidad y conductividad de algunos terrenos, a continuación se coloca una tabla donde nos indica todo eso.

Terreno	σ (mS/m)	ϵ_r
Mar	4000	80
Agua dulce	5	80
Tierra húmeda	5	15
	20	15
	5	30
	20	30
Tierra rocosa	1	7
	5	7
Tierra seca	1	4
	10	4

Figura 1 Tabla de Conductividad y Permeabilidad

El fenómeno de **ABSORCIÓN** en la atmósfera, aunque no tiene un valor constante, está siempre presente, las pérdidas por este fenómeno son muy bajas, los cuales se puede ignorarse a frecuencias que van desde los 10 GHz y alcanza menos de 0,5 dB hasta 15 GHz

Zonas de Fresnel.- Consideremos un frente de onda que viaja de izquierda a derecha y que encuentra un obstáculo que absorbe o refleja toda la energía incidente sobre él.

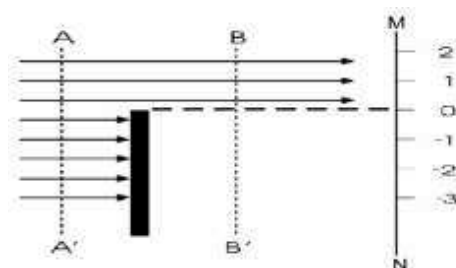


Figura 2 Zonas de Fresnel

EL DESPEJE es la distancia entre la línea de vista (trayecto directo entre el transmisor y el receptor) y el perfil del terreno a lo largo de un vano que permita la recepción del 60% de la primera zona de Fresnel.

Sin embargo, para garantizar que tengamos libre este porcentaje de la primera zona de Fresnel es necesario tomar en cuenta las variaciones atmosféricas, que consideramos al estimar el factor de corrección del radio de la tierra (k) y que modifican la distancia entre el perfil del terreno y el haz que va del transmisor al receptor.

Pérdidas por Espacio Libre (Free Space)

Es la pérdida de potencia sufrida por una señal de radio, al propagarse en línea recta por el vacío, sin absorción ni reflexión de energía en objetos cercanos.

Las pérdidas son directamente proporcionales a la distancia de separación entre transmisor y receptor.

$$L_{fs} = 32,4 + 20 \log f \text{ (Mhz)} + 20 \log d \text{ (Km)}$$

Calculo de la distancia con Radio Mobile



Figura 3 Distancia estación ORE- Morrena 15

Para el cálculo de la frecuencia se debe conocer que se va a transmitir en tecnología Spread Spectrum, y se va a trabajar en una frecuencia libre vamos a utilizar la frecuencia de 2.4 GHz

$$L_{fs} = 32,4 + 20 \log 2400 \text{ (Mhz)} + 20 \log 0,42 \text{ (Km)}$$

$$L_{fs} = 32,4 + 67,60422 + (-7,53501)$$

$$L_{fs} = 92,46921$$

El fenómeno de **ABSORCIÓN EN LA ATMÓSFERA**, aunque no tiene un valor constante, está siempre presente. Las pérdidas por este fenómeno son muy bajas, las cuales se puede ignorarse a frecuencias a partir de los 10 GHz, menos de 0,5 dB a 15 GHz

Atenuación por vegetación.- El receptor de un sistema de radiocomunicación se encuentra en el interior de un terreno boscoso, hay una pérdida adicional por penetración de las ondas a través de él. Existen curvas que proporcionan la atenuación por unidad de longitud, en función de la frecuencia y de la polarización. Las curvas representan un promedio aproximado para todos los tipos de bosque, en frecuencias de hasta 3.000 MHz

Atenuación por lluvia.- En los radio enlaces troposféricos y por satélite, existe también una componente de atenuación debida a la absorción y dispersión por hidrometeoros (lluvia, nieve, granizo). En general, para los cálculos de disponibilidad de radio enlaces, sólo es necesario evaluar la atenuación por lluvia excedida durante porcentajes de tiempo pequeños, y para frecuencias superiores a unos 6 GHz

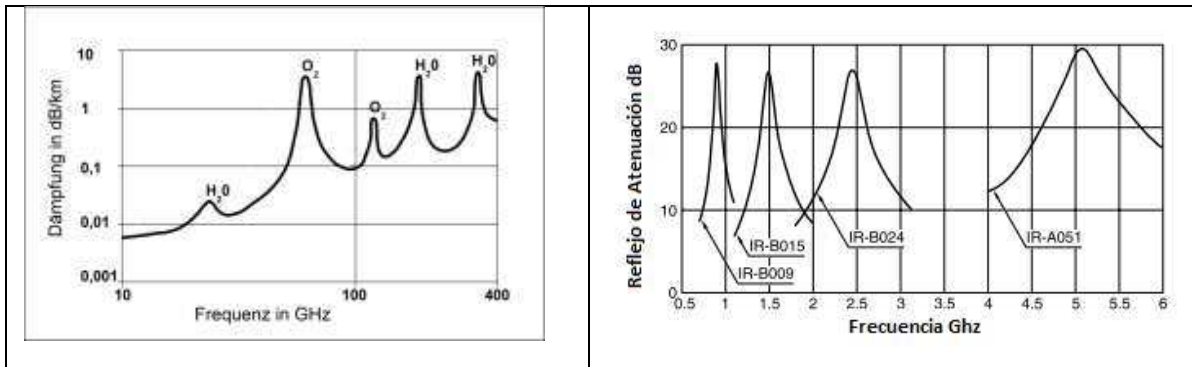


Figura 4 Atenuación vs Frecuencia

En la Figura 1.4b, nos indican IR-8024 para 2.4 GHz, en IR.A051 para 5 GHz,

STANDARD MATERIALS AND TYPICAL ABSORBENT CHARACTERISTICS

Material name	Center frequency (GHz)	20dB bandwidth (GHz)	Standard thickness T (mm)	300×300mm standard weight (kg)	Application
IR-B009	0.9	0.08	8.4	2.4	Cellular phone
IR-B015	1.5	0.15	6.3	1.6	Prevents false echos in radars.
IR-B024	2.4	0.35	5.7	1.3	Wireless LAN
IR-A051	5.1	1.10	5.1	1.2	Wireless LAN

Figura 4b Características de los Materiales

Atenuación por Niebla.- La niebla puede ser considerada como otra forma de lluvia. Desde la niebla permanece suspendida en la atmosfera, la atenuación es determinada por la cantidad de agua por unidad de volumen de las gotas. La atenuación debido a la niebla es de menor importancia en las frecuencias inferiores a 2 GHz Sin embargo, la niebla puede causar interferencias graves por absorción en las frecuencias por encima de 2 GHz

Atenuación por Nieve.- El efecto de dispersión debido a la nieve es difícil calcular debido a los tamaños y formas irregulares de las escamas. Si bien la información sobre el efecto atenuante de la nieve es limitado, los científicos suponen que la atenuación de la nieve es menor que el de la lluvia que cae a un ritmo igual. Esta hipótesis es corroborada por el hecho de que la densidad de la lluvia es de ocho veces la densidad

de la nieve. Como resultado, la lluvia que cae en una pulgada por hora habría más agua por centímetro cubico de nieve que cae en la misma proporción.

Atenuación por Granizo.- Atenuación por granizo se determina por el tamaño de las piedras y su densidad. La atenuación de las ondas radioeléctricas por dispersión a causa de granizo es considerablemente menor que por la lluvia.



Figura 5 Oxígeno y absorción del Agua vs. Distancia

Expresando en dB: $Pr = Ptx + Gt + Gr - Lt - Lp - Lr$

Donde:

Pr (dBm) = Potencia en el sitio de recepción

Ptx (dBm) = Potencia de transmisión

Gt (dBi) = Ganancia relativa de la antena respecto a una isotrópica

Gr (dBi) = Ganancia de la antena de recepción con respecto a una isotrópica

Lt (dB) = Pérdida de la línea de transmisión

L_p (dB) = **Pérdida en espacio libre**

L_r (dB) = Perdida de línea en el receptor

Calculo con la antena interna NanoStation

Ptx (dBm)	Gt (dBi)	Gr (dBi)	Lt (dB)	Lp (dB)	Lr (dB)
26 dBm	10	10,4	0,5	92,469	0,5

$$Pr = 26 + 10 + 10,4 - 0,5 - 92,47 - 0,5$$

$$Pr = - 47,069 \text{ dBm}$$

Datos tomados del Datasheet de la NanoStation anexo número 2.

Ahora vamos a comprobar con el programa RadioMoble los valores obtenidos en la transmisión desde la estación ORE a la Morrena 15 (Glaciar 15).

Como se puede observar la sensibilidad teórica se tiene -47dBm, y la sensibilidad calculada por el radio mobile obtenemos de la figura 1.6 el nivel de RX.

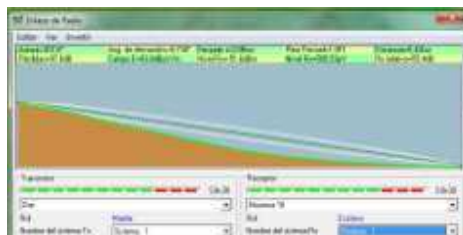


Figura 6 Radio Mobile Ore-Morrena 15

$$\text{Margen de umbral (Mu)} = Pr - Ur$$

Donde:

$$\text{Mu (dB)} = \text{Margen de umbral}$$

P_r (dBm) = Potencia de recepción = - 47,069 dBm

U_r (dBm) = Umbral de recepción o sensibilidad del equipo receptor

= -97 dBm (Dato tomado del capítulo 2 Información Nanostation)

$$M_{u_{dB}} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u_{dB}} = -47,069 - (-97)$$

$$M_{u_{dB}} = 49,931$$

Con la antena de grilla externa en la NanoStation

Ptx (dBm)	Gt (dBi)	Gr (dBi)	Lt (dB)	Lp (dB)	Lr (dB)
26 dBm	24	10,4	0,5	92,469	0,5

$$P_r = 26 + 24 + 10,4 - 0,5 - 92,469 - 0,5$$

$$P_r = - 33,069 \text{ dBm}$$

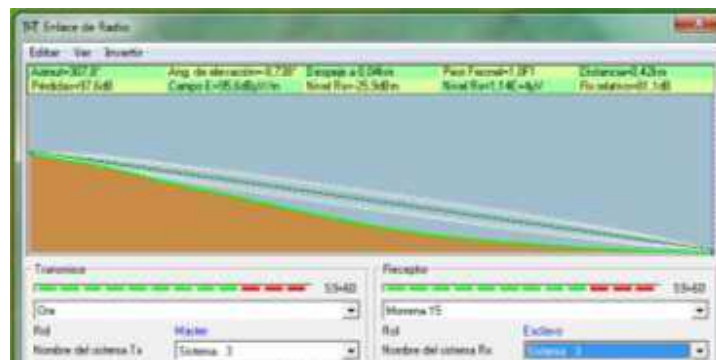


Figura 7 Radio Mobile Ore-Morrena 15

Margen de umbral (M_u) = $P_r - U_r$

Donde:

Mu (dB) = Margen de umbral

Pr (dBm) = Potencia de recepción = - 33,069 dBm

Ur (dBm) = Umbral de recepción o sensibilidad del equipo receptor

= -97 dBm (**Dato tomado del capítulo 2 Información Nanostation**)

$$Mu_{dB} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$Mu_{dB} = -33,069 - (-97)$$

$$Mu_{dB} = 63,931$$

Para tener en cuenta el **desvanecimiento temporal**, se agrega una pérdida adicional a la pérdida en espacio libre, que se la conoce como margen de desvanecimiento.

$$F_M = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

De donde:

- **30 log D** Es el efecto de trayectoria Múltiple
- **10 log(6ABf)** Equivale a la Sensibilidad del Terreno
- **10 log(1 - R) - 70** Representa el Objetivos de confiabilidad, este caso el objetivo de confiabilidad se utiliza para distancias mayores a 400 Km, en este caso este factor no vamos a utilizarle.

F_M = **margen de desvanecimiento** [dB]

D = distancia entre transmisor y receptor [km]

f = frecuencia de la portadora [GHz]

(1- R) = **indisponibilidad del sistema** para una distancia distinta de 400 Km.

A = factor de rugosidad

= 4 sobre agua o sobre un terreno muy liso

= 1 sobre un terreno promedio

= 0.25 sobre un terreno muy áspero y montañoso

B = factor para convertir la peor probabilidad mensual en una probabilidad anual

= 1 para pasar una disponibilidad anual a la peor base mensual

= 0.5 para áreas calientes y húmedas

= 0.25 para áreas continentales promedio

= 0.125 para áreas muy secas o montañosas

$$F_M = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M = 30 \log 0,42 + 10 \log(6 \times 0,25 \times 0,125 \times 2,4)$$

$$F_M = -11,3025 + (-3,4678)$$

$$F_M = -14,77$$

	Antena Integrada	Antena Externa	Sensibilidad Nano
Teóricos	Pr = - 47,069 dBm	Pr=-33,069 dBm	Pr = - 97 dBm
Radio Mobile	-51,6 dBm	-25,9 dBm	Pr = - 97 dBm
Mu_{dB}	$Mu_{dB} = 49,931$	$Mu_{dB} = 63,931$	Pr = - 97 dBm
F_M	$F_M = -14,77$	$F_M = -14,77$	
Mu_{dB} nuevo	$Mu_{dB} = 35,161$	$Mu_{dB} = 49,161$	Pr = - 97 dBm
$Mu \geq F_M$	$35,16 \geq - 14,77$	$49,16 \geq -14,77$	

Tabla 1 Comparación de datos

El Mu_{dB} obtenido esta considera con problemas de terreno, humedad, etc. El objetivo de confiabilidad se da si se cumple $Mu \geq F_M$, como se puede observar en este caso se cumple.

Guía para definición de Alturas en la Zona de Fresnel.

La zona de Fresnel se puede calcular y debe ser tomada en cuenta cuando se diseña un enlace inalámbrico. De acuerdo a los requisitos de la línea de vista y de la zona Fresnel, la tabla a continuación proporciona una guía sobre los requerimientos de altura para las antenas y las distancias varias para los sistemas Wi-Fi operando a 2.4GHz (802.11b). Se refiere a la altura por encima de cualquier obstáculo ubicado en el medio del pasaje RF. La tabla a continuación muestra el cálculo de la altura de una antena (H) requerida por encima de cualquier obstrucción para permitir el 60% de la Zona de Fresnel (F) y la altura necesaria para compensar la curvatura de la tierra (C) o la altura total requerida $H = F + C$.

Distancia del enlace de Radio Frecuencia (Kilómetros)	Altura requerida "F" 60% de la zona de Fresnel en la banda de 2,4 GHz (metros)	Altura requerida "C" debido a la curvatura de la tierra (metros)	Altura total "H"= "F"+"C" sin obstrucciones (metros)
1,5	3	1	4
10	12	2	14
15	15	4	19
25	20	10	30
30	22	17	39
40	24	26	50

Tabla 2 Guía Alturas de Fresnel

ANEXO 8

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DATALOGGER CR1000

- **Precisión**

La precisión es la capacidad de una medida de proporcionar un resultado tan cercano al valor real como sea posible¹⁸.

Accuracy = 0.1 g

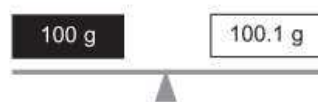


Figura 1 Exactitud

- **Resolución**

La resolución es el menor incremento detectable en una medida¹⁹.



Figura 2 Más alta Resolución

- **Repetibilidad**

La repetibilidad es la cantidad de coincidencias entre medidas repetidas para un mismo valor²⁰.

¹⁸ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

¹⁹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

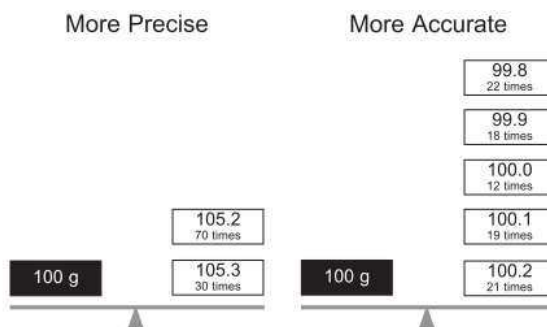


Figura 3 Más Precisión, más Exactitud

- **Histéresis**

La histéresis es la respuesta retardada de una medida²¹.

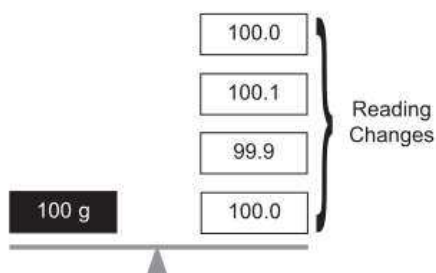


Figura 4 Histéresis

- **Linealidad**

La linealidad es la cualidad de ofrecer la misma sensibilidad²².

²⁰ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

²¹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

²² ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

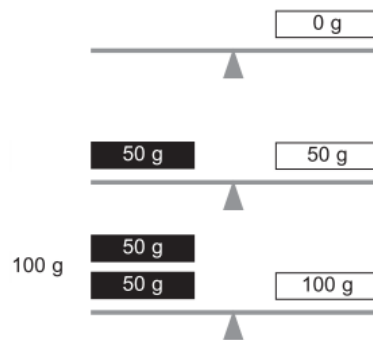


Figura 5 Linealidad

- **Especificaciones**

Es importante saber las especificaciones y limitaciones de los sensores y del datalogger a la hora de tomar medidas²³.

Rangos de temperatura funcionamiento

Standard: -25° a +50° C

Extendido: -55° a +85° C

Velocidad en las comunicaciones

300 bps a 115.2 Kbps

Voltaje en modo común

Rango ± 5.0 Vdc

Voltaje de entrada permanente soportado por el CR1000 sin que se produzcan daños

± 16 Vdc máximo

²³ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Rango de entrada (mV)	Resolución Básica (μ V)	250 μ S Int	50/60 Hz Int
± 5000	1330	385	192
± 2500	667	192	95.9
± 250	66.7	19.2	9.6
± 25	6.7	2.3	1.9
± 7.5	2	0.62	0.58
± 2.5	0.67	0.34	0.19

Tabla 1 Rangos de medida y resolución

Precisión

La precisión de una medida va desde aproximadamente $\pm 0.1\%$ a $\pm 0.4\%$ de la lectura, dependiendo de la temperatura²⁴.

Salidas analógicas (Excitación)

Tres salidas excitación individuales, sólo activas durante la medida.

Rango - programable entre ± 2.5 Vdc

Máxima corriente = 25 mA.

Contadores de pulsos

Cierre de contacto 11 ms mínimo

Alta frecuencia máx. 400 KHz

AC bajo nivel

Puertos digitales I/O (Control)

Alta frecuencia máx. 400 KHz

²⁴ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Frecuencia máx. Cierre de contacto 150 Hz

Voltaje de entrada (para monitorizar estado de un dispositivo, Ej. On u Off)

Alto 3.8 a 5.3 Vdc

Bajo -0.3 a 1.2 Vdc

Voltaje de salida (para activar o desactivar un dispositivo)

Alto 5.0 ± 0.1 Vdc

Bajo < 0.1 Vdc

Corriente máx. de salida

1 mA

Máxima corriente en salida SW12V

SW12V < 900 mA depende de la temperatura

12V + SW12V < 1.85 A depende de la temperatura

Requerimientos de la alimentación

Voltaje

9.6 a 16 Vdc

Consumo corriente

Reposo ~0.5 mA

Muestreo 1 Hz (una medida SE fast) ~0.6 mA

Muestreo 100 Hz (una medida SE fast) ~7.0 mA

Muestreo 100 Hz con comunicaciones RS-232 ~20 mA

Precisión del reloj

± 3 minutos por año (-30° a 85° C)

± 15 minutos por año (-55° a 85° C, rango de temperatura extendido)

ANEXO 9

PROGRAMA LOGGERNET

Barra de aplicaciones LoggerNet.

La barra de aplicaciones LoggerNet es configurable por el usuario.



Figura 1 Aplicaciones

Utilice Opciones de Configurar o Botones para añadir o quitar aplicaciones.



Figura 2 Aplicaciones 2

EZSetup

EZSetup permite con pocos clics configurar las comunicaciones entre un CR1000 y el PC. El asistente EZSetup se ha diseñado para paso a paso ayudarle en la configuración de su red de dataloggers. Los tipos de conexiones soportadas son: directa, teléfono, IP, y RF400. Conforme va avanzando, cada pantalla contiene campos que debe completar con la información adecuada a su estación. Siga las instrucciones y use los botones Next y Previous para navegar por el asistente. Una vez terminado los pasos, presione el botón Finalizar para guardar la configuración y volver a la ventana principal de EZSetup. Si desea cambiar algo en la configuración del datalogger. Seleccione el datalogger de la ventana principal de EZSetup, y presione el botón Edit. El asistente se abrirá, y usted podrá avanzar por los pasos usando el botón Next, o ir directamente a una página en particular del asistente²⁵.

- Utilice EZSetup de LoggerNet para configurar la conexión de su datalogger.

Elija un CR1000 y asígnele un nombre. Utilizaremos una conexión directa en el puerto COM1. Utilice los datos por defecto:

Velocidad: 115200

Dirección PakBus: 1

Security Code: 0

Extra Response Time: 0 s

Max Time Online: 0 d 0 h 0 m

Conecte el cable de serie desde el puerto COM1 hasta el puerto RS-232 del CR1000. Compruebe comunicaciones. Ponga en hora el reloj del datalogger.

Envíe el nuevo programa – C:\Campbellsci\SCWin\EX1.CR1 al CR1000

²⁵ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf



Figura 3 EZ setup

Pantalla Connect

La pantalla Connect contiene herramientas para inicializar y comprobar el funcionamiento de un datalogger y recogida de manual de datos. Proporciona comunicaciones en tiempo real con el datalogger. Dispone de utilidades para enviar o recuperar programas de un datalogger, para comprobar o ajustar el reloj, y para obtener información del estado del datalogger. Hay ventanas para mostrar datos, gráficas o numéricamente, al igual que la posibilidad de modificar valores de variables y flags. Puede recoger datos manualmente en varios formatos, y comunicarse con el datalogger en modo emulación terminal²⁶.

- Utilice la pantalla Connect de LoggerNet para monitorizar medidas. Haga clic en Conectar para acceder al datalogger, después en el botón Añadir, seleccione la tabla Public. Seleccione y arrastre hasta la tabla de monitorización numérica. Haga lo mismo con la tabla OneMin.

Haga clic en el botón Recoger Ahora, en la sección Recogida Datos de la pantalla Connect, y fíjese en el nombre y la localización de los archivos de datos recogidos. El nombre del archivo es, por defecto²⁷.

, **Nombredeldatalogger_nombredelatabla.dat**



Figura 4 Connect

²⁶ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

²⁷ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Gráficos evolución y View

Utiliza la capacidad gráfica de LoggerNet dentro de la aplicación Connect. Los valores recogidos del datalogger se pueden representar en un gráfico de líneas en Gráficos, dentro de la pantalla Connect. Pueden estar activas hasta tres pantallas de displays gráficos simultáneamente y se puede observar hasta 12 campos por gráfico²⁸.

View

View de LoggerNet permite visualizar archivos de datos almacenados y proporciona posibilidades gráficas limitadas. Se usa para consultar archivos de datos. Los datos se muestran en forma de registros, y sus campos tanto en formato separados por coma como de forma tabulada. El gráfico sólo puede mostrar hasta dos columnas (campos)²⁹.

- Visualice los datos recogidos del datalogger mediante View.

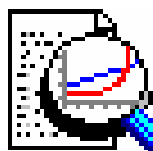


Figura 5 View

Programa CRBasic

CRBasic es el editor de programas usado para escribir programas para el CR1000; se puede ejecutar desde la barra de aplicaciones de LoggerNet. CRBasic está diseñado para programadores que necesiten más flexibilidad y control de lo que puede ofrecer SCWin en la funcionalidad del datalogger. Este lenguaje de programación

²⁸ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

²⁹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

es similar en sintaxis, flujo de programa y lógica, al lenguaje de programación BASIC³⁰.



Figura 6 Ejecutar CRBasic

Plantilla

CRBasic ofrece una plantilla para crear programas de cada tipo de datalogger. Cuando empiece un programa para CR1000 elija la plantilla CR1000. Los archivos de plantillas están asociados a un tipo específico de datalogger.

- Abra la plantilla CR1000. Haga clic en File | New | CR1000 Program File.

Editor CRBasic

La ventana del editor está dividida en tres partes para facilitar la creación y edición de programas. Las tres partes de la ventana principal del Editor son: La ventana de entrada de programa, El panel de instrucciones y el área de mensajes. En el lado derecho, el panel de instrucciones, una lista con las instrucciones para el CR1000. Las instrucciones se pueden seleccionar de esta lista o se pueden entrar directamente a la izquierda en la ventana de entrada de programa. **El área de mensajes normalmente no está visible hasta que se compila un programa.** Aparece en la parte inferior y muestra los resultados de la compilación junto con cualquier error detectado. Haciendo doble clic en el error o aviso, se remarcará la línea de programa que ha generado el error o aviso. CRBasic tiene instrucciones especiales para tomar medidas y para crear tablas de salida de datos. Los resultados de todas

³⁰ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

las medidas se almacenan en variables (definidas previamente) o en variables tipo array³¹.



Figura 7 Pantalla CRBasic

Descripción programa para CR1000

Un programa típico de CR1000 contiene:

- a) Declaración de variables de programa
- b) Definiciones de las tablas de datos
- c) Definiciones de las subrutinas (El uso de subrutinas es opcional)
- d) Programa(s) incluyendo el scan interval, medidas, procesado, control, y llamadas a las tablas de datos.

³¹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

La estructura de un programa CR1000 requiere que las variables y subrutinas se definan antes de ser usadas. La mejor manera de hacerlo es poniendo al principio todas las declaraciones de variables y todas las definiciones de tablas de salida, seguidas de las subrutinas y luego el programa principal. La mayoría de los programas no necesitan subrutinas; de forma que generalmente no se usan las “definiciones de subrutinas”. Rellene estos campos y haga clic en el botón Insert (o Alt-I) para pegar la instrucción dentro del programa³².

Declaraciones De Variables

Haga una lista de variables que se utilizaran para las medidas y cálculos del programa. Las declaraciones de variables incluyen:

Public .- hace la variable, o la variable tipo array, disponible en la tabla Public.

Dim .- declara variables y variables tipo arrays.

Const.- declara constantes para usar en lugar de entradas numéricas.

Alias.- asigna un segundo nombre a una variable.

Units.- asigna una etiqueta para identificar las unidades a una variable.

Las variables deben ser declaradas antes de usarse en el programa, como Public pueden ser monitorizadas por LoggerNet mediante la pantalla de monitorización numérica o el display de gráficos. Las variables declaradas en Dim no se pueden visualizar. Las variables asignadas a un valor fijo se usan como constantes. También se pueden crear Alias, que permitirán referirse a un elemento de un array u otro resultado con un nombre diferente.

Las declaraciones Units se usan para asignar una etiqueta a una variable en el programa para identificar las unidades en las que está almacenada la medida asociada. Las variables pueden tener hasta 16 caracteres de longitud. **CRBasic**

³² ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

no distingue mayúsculas y minúsculas. Se pueden declarar varias variables en una sola línea, separándolas por comas. Por ejemplo³³:

```
Public RefTemp, AirTemp, batt_volt
```

La instrucción **DataTable** se usa para definir: el nombre, las condiciones de disparo, y tamaño de una tabla de salida. La sentencia **EndTable** designa el fin de la tabla de salida. Todas las instrucciones de salida deben aparecer entre las instrucciones **DataTable/EndTable**.

El tamaño de la **DataTable** determina el número de registros (o filas) a reservar para esta tabla en la memoria del CR1000. El número de valores (o columnas) en la **DataTable** es determinado por las instrucciones de procesado de salida, contenidas en la declaración de la **DataTable**. Si se introduce un número negativo en el parámetro **size** de la **DataTable**, toda la Memoria que quede disponible después de crear tablas de tamaño fijo, se destinará a esa tabla al mismo tiempo.

La instrucción **Data Interval** se usa para configurar el intervalo de tiempo de almacenamiento de datos, basado en el reloj del datalogger. Para usar la memoria del datalogger de la forma más eficiente, no se guarda la fecha y hora en cada registro generado; se calcula en la recogida de datos al PC.

Todas las tablas de datos se deben definir en el área de declaraciones del programa (antes de la sentencia **BeginProg**).

Nota: para que los datos se escriban a una **DataTable**, la tabla debe ser llamada desde el programa mediante la instrucción **CallTable**.

Típicamente, los datos de las series temporales (medias, totales, máximos, etc.) que se graban en una tabla basada en un intervalo, únicamente incluyen medidas del

³³ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

intervalo actual. Después de cada intervalo de salida (output interval), se borra la memoria que contenía las medidas de los datos de la serie temporal.³⁴

Instrucciones de Programa

Cada instrucción de programa tiene un “nombre clave” y “parámetros” que personalizan cómo será ejecutada la instrucción, Es necesario conocer la información para completar la medida. Por ejemplo, la instrucción para medir la temperatura del panel de conexiones del CR1000 es: **PanelTemp** (Dest,Integ). **PanelTemp** es la palabra clave de la instrucción. Los dos parámetros asociados con PanelTemp son: **Destination**, el nombre de la variable donde colocar la temperatura; e **Integration**, el tiempo de integración de la medida. Para poner esta temperatura en la variable RefTemp (usando un tiempo de integración de medida de 250 microsegundos) el código es:

PanelTemp(RefTemp, 250)

SALVAR Y COMPILAR

Cuando finalice, guarde y compile para comprobar si hay errores de programa. El CRBasic dispone de un precompilador para el CR1000. Puede no detectar todos los errores. Los que no detecte pueden ser identificados cuando el programa sea enviado al datalogger³⁵.

Tipos De Datos y Formatos

Los diferentes formatos de datos, rangos, y donde se usan. Hablamos sobre cómo se crean y manipulan los datos en el CR1000, sobre cómo se muestran en LoggerNet y sobre cómo se graban en un archivo del PC³⁶.

³⁴ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

³⁵ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

³⁶ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Tipo de dato	Descripción	Tamaño	Rango	Resolución	Donde se usa
FLOAT	IEEE four byte floating point	4 bytes	De $1.8 \cdot 10^{-38}$ a $1.7 \cdot 10^{38}$	24 bits (sobre 7 dígitos)	Variable, display
LONG	4 byte signed integer	4 bytes	De 2.147.483.648 a +2.147.483.647	32 bits	Variable, Display
BOOLEAN	4 byte signed integer	4 bytes	-1.0	Verdadero (-1) o falso (0)	Variable, Display
STRING	ASCII String	Set by program			Variable, Display
IEEE4	IEEE four byte floating point	4 bytes	De $1.8 \cdot 10^{-38}$ a $1.7 \cdot 10^{38}$	24 bits (sobre 7 digitos)	Cálculos Internos Salida
FP2	Campbell Scientific Floating point	2 bytes	De -7999 a +7999	13 bits (sobre 4 digitos)	Salida
Binary	Binary				Internal output

Tabla 1 Formatos de datos

DESCRIPCIONES DE VARIABLES

Las variables declaradas (usando **DIM** o **PUBLIC**) permiten una descripción de tipo opcional, **AS**, que especifica el tipo de datos. Los tipos de datos son **FLOAT**, **LONG**, **BOOLEAN**, y **STRING**. El tipo de datos por defecto es **FLOAT**.

“**AS FLOAT**” es el tipo de datos por defecto. Si no se especifica explícitamente el tipo de datos con la sentencia **AS**, entonces se utiliza **FLOAT** por defecto. Tanto las variables de las medidas como los cálculos, se realizan internamente en IEEE 4 byte floating point con algunas operaciones calculadas en doble precisión.

Una buena regla es que la resolución será mejor de 1 en el séptimo dígito. “**AS LONG**” define la variable como 32 bit integrado. Hay dos posibles razones para que uno quiera hacer esto: **Velocidad**, dado que el sistema operativo del CR1000 pueden realizar operaciones matemáticas con enteros más rápido que con FLOATs, y **Resolución**, dado que el **LONG** tiene 31 bits comparado a los 24 bits del **FLOAT**. Una buena aplicación para la sentencia **AS LONG** es un contador que se espere vaya a ser muy grande³⁷.

Almacenamiento De Datos

Los datos se pueden grabar o almacenar tanto en IEEE4 como en FP2. El formato lo determina la instrucción de programas (output instruction) que graba el dato de acuerdo a la necesidad mínimo, máximo, etc.

Mientras que **FLOAT** (IEEE 4 byte floating point) se utiliza en variables y cálculos internos, **FP2** es adecuado para la mayoría de datos almacenados. El formato en Campbell, es de 2 byte floating point **FP2** proporciona 3 o 4 dígitos

³⁷ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

significativos de resolución, y requiere la mitad de espacio en memoria que el IEEE4 (2 bytes por valor contra 4 bytes)³⁸.

Resolución y límites de rango de datos FP2		
Cero	Magnitud Mínima	Magnitud máxima
0.000	±0.001	±7999

Tabla 2 Resolución y límites de rango de datos

La resolución del **FP2** se reduce a 3 dígitos significativos cuando el primer dígito (el de más a la izquierda) es 8 o mayor. Por lo tanto, es necesario utilizar **IEEE4** o añadir un offset para mantener la resolución deseada en la medida³⁹.

Posición punto decimal en el FP2	
Valor absoluto	Posición del punto decimal
0 – 7.999	X.XXX
8 – 79.99	XX.XX
80 – 799.9	XXX.X
800 – 7999	XXXX

Tabla 3 Variación punto decimal

RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos consiste en copiar datos desde el datalogger a un archivo en PC. Los datos tanto almacenados internamente en el CR1000 como los recogidos, están en formato binario. Cuando LoggerNet graba los datos en el archivo del PC puede convertir el formato binario, por ejemplo a ASCII.

³⁸ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

³⁹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Cada DataTable recogida utilizando LoggerNet tiene su propio fichero en el PC.

LoggerNet puede convertir el formato binario del CR1000 en algo legible (ASCII) cuando almacena los datos en el fichero. Existen cuatro tipos de formatos de salida disponibles con LoggerNet | Setup | Ficheros⁴⁰.

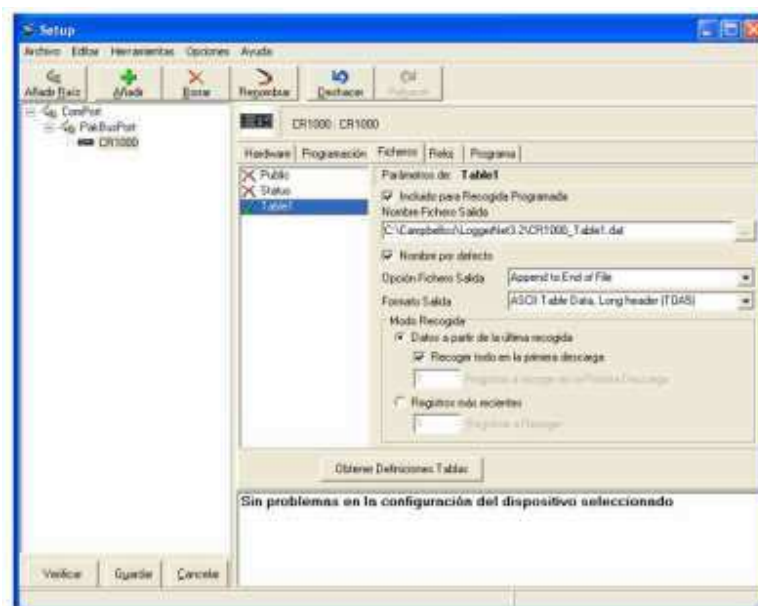


Figura 8 Pantalla LoggerNet

Cada fichero en el PC puede tener al principio una cabecera ASCII. La cabecera da información del formato, datalogger, y programa utilizado para generar almacenar los datos. ASCII Table Data, Long header (TOA5). Este es el formato por defecto y el más común para importar en bases de datos y hojas de cálculo. Los datos se almacenan separados por comas. La información de cabecera para cada columna está incluida, junto con los nombres de los campos y unidades de medida si estas están disponibles.

La aplicación View de LoggerNet puede mostrar la información de la cabecera abriendo el fichero y haciendo clic en File | Propertie⁴¹.

⁴⁰ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Environmental Info							
File Type	Station Name	Model Name	Serial Number	DS Version	DLD Name	DLD Signature	Table Name
TOA5	CR1000_addr1	CR1000	1022	CR1000 Std.02	CPU-EX2-CR1	27664	OneMin
Header Info							
Field Name	TIMESTAMP	RECORD	AirTemp_Avg	AirTemp_Max	AirTemp_Min	Batt_Volt_Min	
Units	YS	RN	deg C	deg C	deg C	volts	
Processing			Avg	Max	Min	Min	

Figura 9 LoggerNet

La información contenida en la cabecera se describe a continuación

Nombre Genérico	Ejemplo	Descripción
File Format	TOA5	El formato del fichero en disco. TOA5 es un formato ASCII.
Station Name	CR1000_on_desk	Nombre de estación entrado en el Setup de LoggerNet de donde se han recogido los datos. Nota.- Esta no es la información generada por la sentencia opcional Station name.
Logger Model	CR1000	Modelo de datalogger del que se han recogido los datos.
Logger Serial Number	1022	El número de serie del Logger del que se han recogido los datos. Es el número de serie de la CPU del CR1000.
Operating System Version	CR1000 Std. 01	La versión del sistema operativo del Logger del que se han recogido los datos.
Program file	CPU EX2.CR1	El nombre del programa que estaba ejecutándose en el CR1000 cuando se recogieron los datos.

⁴¹ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Program Signature	27664	La firma del programa
Table Name	OneMin	El nombre de la data table
Timestamp	TS	Fecha y hora del registro. Indica la hora, de acuerdo con el reloj del Logger.
Record Number	RN	El número de registro. El número aumentará hasta 2 ³² y entonces volverá a empezar desde cero. El número de registro también empezará desde cero si se resetea la tabla.
Field Names	AirTemp_C_Avg. AirTemp_C_Max.e tc	El nombre del campo en la data table. Este nombre es creado por el CR1000 añadiendo un guión bajo (_) y un mnemónico de tres caracteres con el cálculo realizado. Los nombres de campo se asignan según la instrucción DataTable .
Field Units	Deg C, volts	Las unidades del campo en la data table. Las unidades se asignan en el programa con la declaración Units .
Field Processing	Simp = Sample Max = Maximum Min = Minimum Avg = Average	El procesado de salida (cálculo) que se fue utilizando cuando se grabó el campo.
Field Data	24.01.24.02.etc	Valor de cada campo de registró.
Optional Field Data Type	ULLONG=Unsigned 4 Byte integer IEEE4 = 4 byte floating point	Esta línea de cabecera solo está en el TOB1 e identifica el tipo de dato cada uno de los campos de la tabla de datos.

Tabla 4 Valores de la cabecera

RECOGIDA DE DATOS PERSONALIZADA

LoggerNet permite la recogida de datos personalizada utilizando el botón “Personalizada” de la pantalla Connect. Haciendo clic en el botón “Personalizada” y conectado al CR1000, le permite recoger datos específicos. Cada tabla se guarda en un archivo independiente en el PC, por lo que habrá un archivo por cada tabla que seleccione⁴².

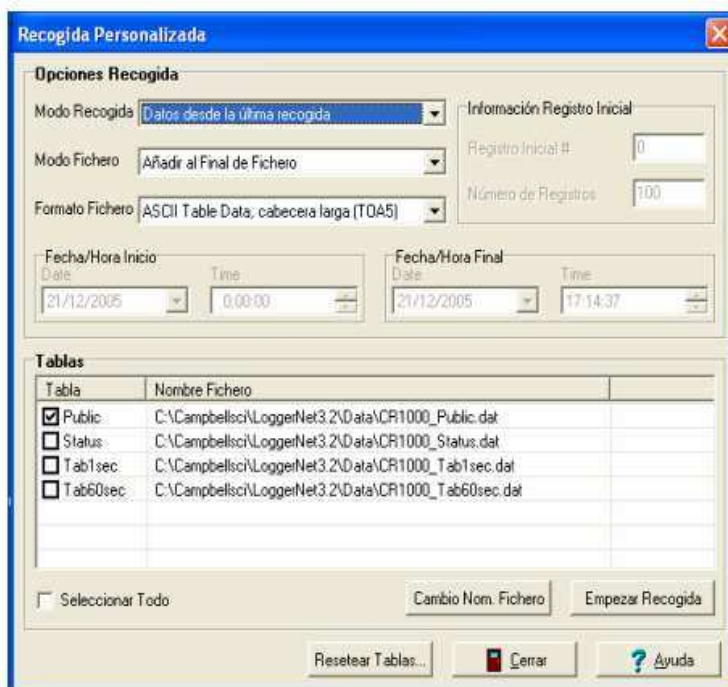


Figura 10 Recogida Personal

Los datos recogidos personalizada mente se almacenan en diferentes sitios, y tienen diferentes punteros de recogida de datos a los que se recogen manual en Connect o con Recogida Programada Activada. Por ejemplo: Datos desde la última recogida será desde la última recogida dentro de esta ventana, y no lo que se pueda hacer desde la pantalla Connect.

⁴² ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

Opciones de Modo Recogida:

- a) Número registros más nuevos.
- b) Registros específicos.
- c) Datos desde la última recogida.
- d) Todos los datos.
- e) Datos de fecha y hora seleccionada

RESETEAR TABLAS

Las tablas del datalogger CR1000 se pueden resetear o borrar a través de una opción en la pantalla personalizada de Recogida. La función Resetear tablas elimina los datos de las tablas seleccionadas tanto de la memoria del CR1000 como de la memoria caché de LoggerNet. Asegúrese, por tanto de que no necesita esos datos o guárdelos previamente.

9.1.1.1.1 Ejemplo, comprobación de valores de una instrucción de medida

Se tiene un ejemplo de una ventana de diálogo de parámetros para la instrucción de voltaje diferencial (VoltDiff). La instrucción VoltDiff se usa para hacer una medida de voltaje diferencial en uno o más canales analógicos.

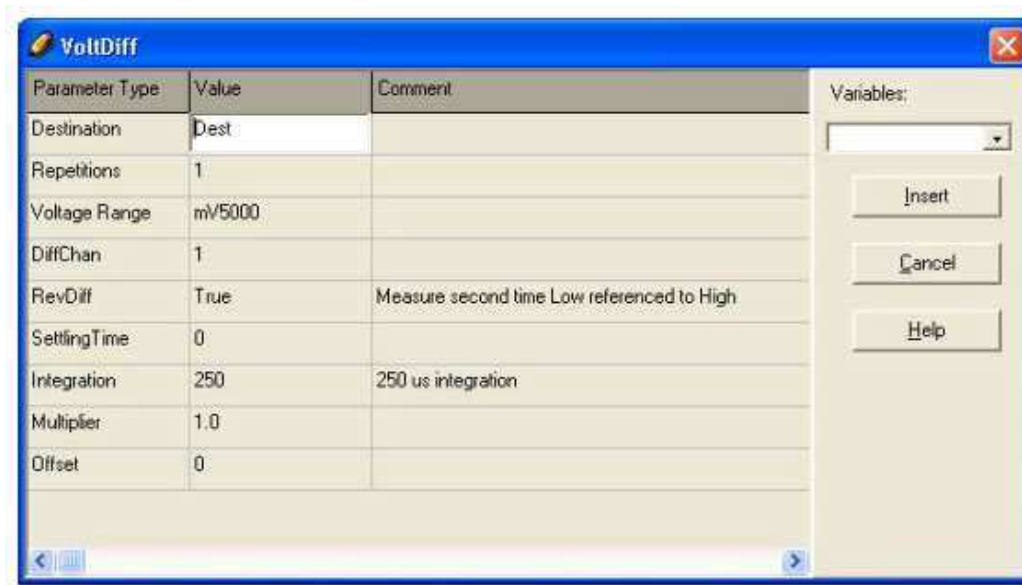


Figura 11 VoltDiff de LoggerNet

Cuando se inserta en el programa esta instrucción se ve así:

VoltDiff(Dest, Reps, Range, DiffChan, RevDiff, SettlingTime, Integ, Mult, Offset).

La mayoría de las instrucciones de medida incluyen los siguientes parámetros:

Destination .– Variable en donde almacenar el resultado de la medida.

Repetitions .– El número de veces que debe realizarse la medida. Las medidas se hacen en canales consecutivos. Si el parámetro Repetitions es mayor que 1, el parámetro Destination debe ser un array.

Channel (DiffChan) .– El número del canal diferencial donde se debe hacer la primera medida. Si el parámetro “Repetitions” es mayor que 1, las medidas adicionales se harán en canales consecutivos. Si el valor entrado en DiffChan es negativo, todas las Reps se harán en el mismo canal.

Multiplier, Offset .– Los parámetros Multiplier y Offset son cada uno una

Constante, variable, array, o expresión que escala los resultados de la medida. Con un multiplex de 1 y un offset de 0, la salida es en la unidad de medida⁴³.

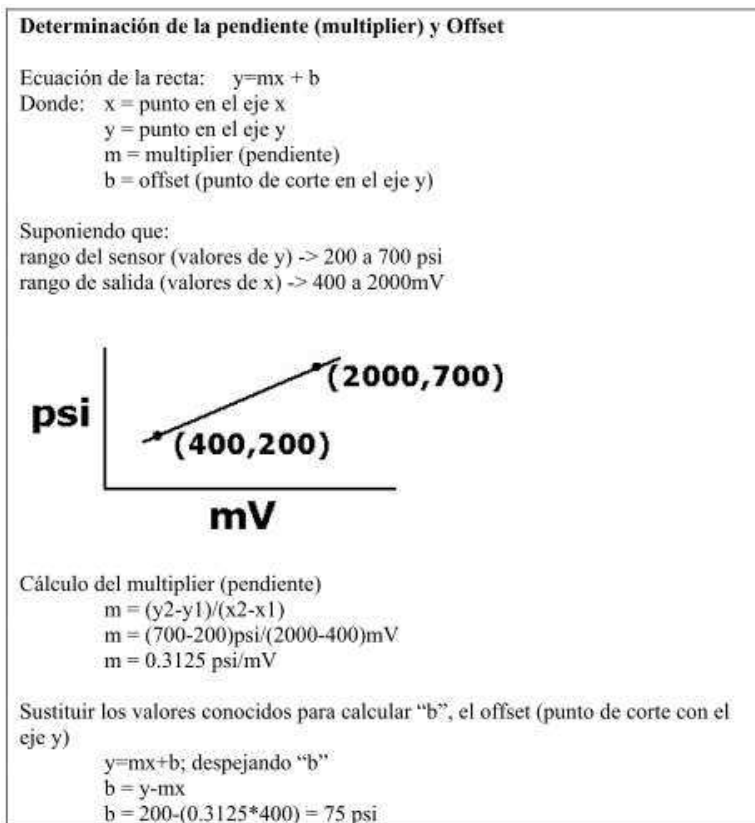


Figura 12 Modelo Matemático

Voltaje Range .– El rango de voltaje del sensor de entrada al CR1000.

Entrada	Rango Fondo Escala
mV5000	±5000mV
mV2500	±2500mV
mV250	±250mV
mV25	±25mV
mV7_5	±7.5mV

⁴³ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

mV2_5	±2.5mV
Autorange	mV2 to mV5000: el datalogger determina el rango más conveniente
mV250C	±250mV, chequea circuito abierto
mV25C	±25mV, chequea circuito abierto
mV7_5C	±7.5mV, chequea circuito abierto
mV2_5C	±2.5mV, chequea circuito abierto
autorangeC	mV2_5C to mV250: el datalogger chequea posible circuito abierto, y determina el rango más conveniente. Entradas >250 mV estarán fuera de rango.

Tabla 5 Rangos de Voltaje

Cuanto más pequeño sea el rango de voltaje seleccionado, mejor será la resolución absoluta. En general, una medida debe usar un rango de voltaje fijo lo más pequeño posible y que admita el fondo de escala del sensor a medir.

El AutoRange permite al CR1000 elegir automáticamente el rango de voltaje a utilizar.

Programación Para Control

EXPRESIONES MATEMÁTICAS

Dentro del código fuente de un programa, se puede colocar expresiones matemáticas de forma algebraica, y así realizar cálculos sobre las propias medidas o variables.

Las expresiones algebraicas se pueden utilizar en el programa CRBasic para realizar fácilmente cálculos en variables. Las expresiones deben seguir las reglas de álgebra estándar, tal como operar primero las funciones dentro de paréntesis⁴⁴.

⁴⁴ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

- Añada una expresión matemática para convertir la temperatura del aire de grados Celsius a grados Fahrenheit.

$$\text{AirTemp2_F} = \text{AirTemp_C} * 1.8 + 32$$

Y calcule la diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura del panel.

$$\text{DeltaT_C} = \text{AirTemp_C} - \text{PTemp_C}$$

PUERTOS DE CONTROL

Los puertos se pueden utilizar para controlar los dispositivos. Cada uno de los ocho puertos digitales I/O (puertos de control) se pueden configurar como un puerto de salida y ponerlo low (bajo) o high (alto), (0V bajo, 5V alto) utilizando la instrucción **PortSet**. Normalmente se utiliza un puerto de salida digital para actuar sobre un circuito de un relé externo, dado que el puerto por sí mismo tiene una capacidad limitada de carga (2.0 mA mínimo a 3.5 V).

La instrucción **PortSet** pondrá el puerto específico en alto o bajo. El primer parámetro indica el puerto de control (1-8) y el segundo el estado (distinto a 0 ≠high, 0 = low)

TABLA STATUS

El CR1000 tiene una tabla Status con un único registro que contiene información actual del datalogger. Se puede también, ver, cambiar sus valores a través de Connect Screen Numeric Monitor y | Tools | Status Table⁴⁵.

⁴⁵ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf



Figura 13 Valores de Tabla

La tabla Status contiene un único registro. Debajo se incluye alguna información.

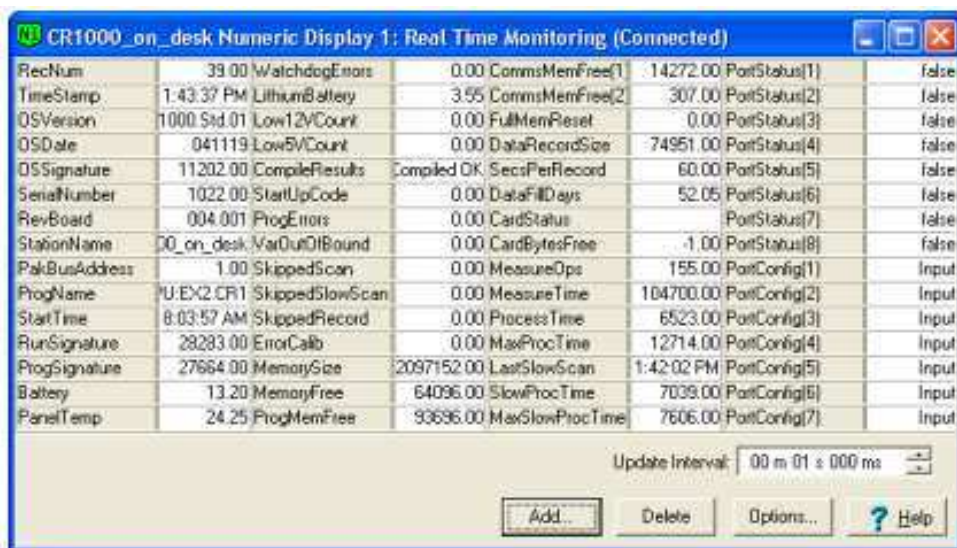


Figura 14 CR1000 on desk

Términos más utilizados

OSVersion – Versión actual del sistema operativo.

OSDate – Fecha en la cual el sistema operativo fue compilado.

OSSignature – Firma del sistema operativo.

SerialNumber – Número de serie del CR1000.

RevBoard – Número de revisión de hardware.

StationName – Cadena almacenada en Station Name (utilizando la sentencia StationName) del CR1000.

ProgName – Nombre del programa actualmente en ejecución.

StartTime – Hora en que el programa empezó a funcionar.

RunSignature – Firma del programa que se está ejecutando.

ProgSignature – Firma de la estructura de datos binaria compilada del programa que se está ejecutando.

Battery – Valor actual del voltaje de la batería. Esta medida se hace en la calibración en background.

PanelTemp – Temperatura actual del panel de conexiones. Esta medida se hace en background.

WatchdogErrors – Número de errores Watchdog que han sucedido mientras se ejecutaba este programa. Este valor se puede resetear entrando un cero. También se resetea al compilar un nuevo programa.

LithiumBattery – Voltaje de la pila de litio.

Low12VCount – Número de veces que la alimentación de 12V ha caído. Este valor se puede resetear entrando un cero.

Low5VCount – Número de veces que la alimentación de 5V ha caído. Este valor se puede resetear entrando un cero.

CompileResults – Contiene mensajes de error que se hayan generado en la compilación o durante la ejecución.

ProgErrors – Número de errores de compilación (o de ejecución) en el programa actual.

VarOutOfBound – El número de veces que un array ha sido accedido out of bounds.

SkippedScan – Número de scans saltados mientras se ejecutaba el scan actual.

SkippedSlowScan – Número de scans saltados en esta slow sequence.

SkippedRecord - Variable que representa cuantos registros se ha saltado en una tabla. Cada tabla tiene su propia entrada en este array.

ErrorCalib – Contador que se incrementa cada vez que se produce un valor de calibración malo. El valor se descarta (no incluido en el filter update) y ErrorCalib es incrementado.

Security – Un array con los parámetros de la Security (no se mostrará si la Security está activada).

MemorySize – Cantidad total de SRAM en el CR1000.

MemoryFree – Cantidad (en bytes) de memoria SRAM no utilizada. El usuario puede que no sea capaz de destinar toda la memoria libre para tablas de datos dado que el área de almacenamiento final debe ser contiguo. Conforme la memoria se ocupa y libera, se generan agujeros que no están disponibles para almacenamiento final, pero que se mostrarán como bytes libres.

ProgMemFree – Cantidad de espacio libre en la SRAM que es utilizado para almacenar programas.

FullMemReset – Introduciendo el valor 98765 se hará un reset completo de la memoria.

DataRecordSize – Número de registros en una tabla. Cada tabla tiene su propia entrada en este array.

SecsPerRecord – Intervalo de salida (output interval) para una tabla. Cada tabla tiene su propia entrada en este array.

DataFillDays – Tiempo en días para llenar una tabla. Cada tabla tiene su propia entrada en este array.

PortsStatus – Array de valores Boolean que indican el estado de los puertos de control.

PortsConfig - Array de strings detallando el uso de los puertos de control.

Entradas válidas: Input, Output, SDM, SDI-12, Tx, y Rx⁴⁶.

Recolección de Datos Automatizada

La recolección de datos consiste en copiar datos del datalogger a un archivo en el PC. Este proceso se puede hacer manualmente a través de la pantalla Connect de LoggerNet o se puede hacer de forma automática mediante una recogida programada. LoggerNet debe estar ejecutándose para que la recogida de datos programada se lleve a cabo, pero se puede ejecutar en segundo plano (background).

Utilice EZSetup o la pestaña Programación (Schedule) para configurar LoggerNet para una recogida de datos programada, y tiene 2 pantallas:

⁴⁶ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

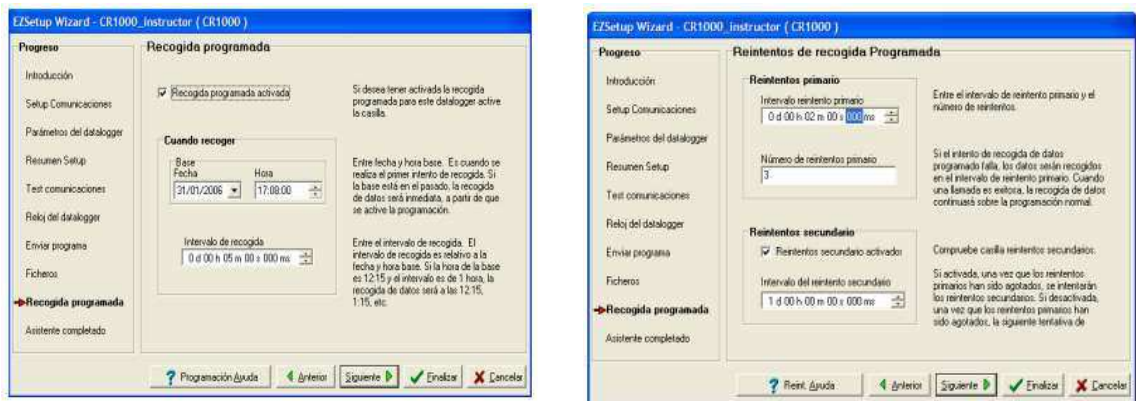


Figura 15 Pantallas 1 y 2 de la recogida de datos

En la pantalla Setup se puede introducir la misma información:

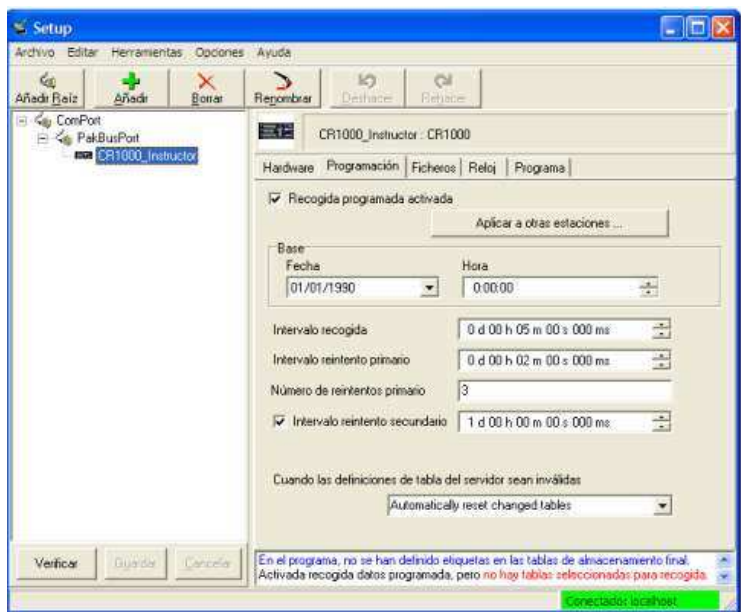


Figura 16 Pantalla Setup

LoggerNet puede hacer varios reintentos si fallan las llamadas programadas (En casos que la línea de teléfono está ocupada, o la radio tenga interferencias), esos intentos también se los puede configurar.

Status



Figura 17 Status

Ya configurada la recolección programada de datos, utilice la aplicación Status de LoggerNet para monitorizar el progreso de la recolección de datos. Están disponibles estadísticas sobre tasa de errores, cantidad de datos recogidos, y hora de las llamadas.

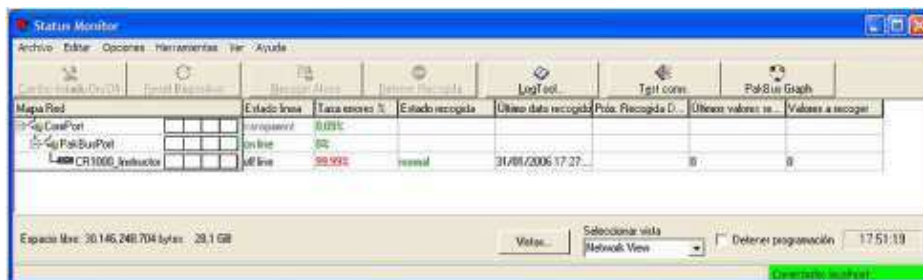


Figura 18 Status Monitor

También se pueden recoger los datos manualmente desde la pantalla Status utilizando el botón Recoger Ahora.

STATUS LOG TOOL

Log tool permite monitorizar las comunicaciones, transacciones y estado de objetos, igual que el tráfico I/O a bajo nivel. Todos los mensajes y tráfico I/O de bajo

nivel se pueden guardar en archivos log. Los archivos log están limitados en tamaño y normalmente se sobrescribirán dependiendo del tamaño que ocupen en la memoria⁴⁷.

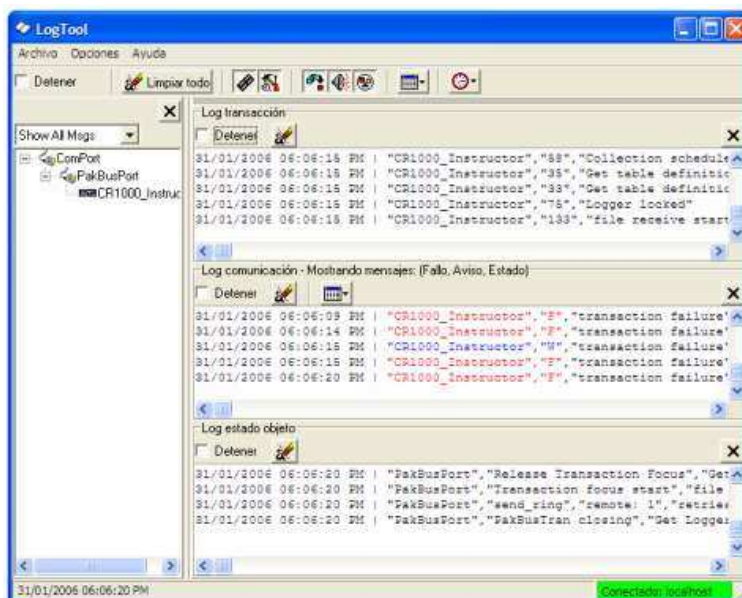


Figura 19 LogTool

Integridad De Los Datos

Los punteros de recogida de datos se guardan en el PC; por tanto, múltiples usuarios se pueden comunicar con un datalogger y tener sus propios punteros sin interferirse.

Conserve los archivos originales de datos recogidos (*.dat) mediante LoggerNet. Si abre y guarda con una hoja de cálculo o editor de textos los archivos .dat, puede hacerlos inutilizables a LoggerNet.

⁴⁷ ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/es/leaflets/Curso_CR1000_LoggerNet_castellano.pdf

ANEXO 10

**PROCEDIMIENTO PARA SELECCIÓN DE
PERSONAL PARA LAS ESTACIONES
METEOROLOGICAS DEL VOLCÁN ANTISANA**

ELABORADO POR: JEFE RECURSOS HUMANOS	REVISADO POR: REPRESENTANTE DE LA DIRECCION	APROBADO POR: GERENTE GENERAL
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

CONTENIDO

0. HOJA DE MODIFICACIONES	3
1. PROPOSITO	4
2. ALCANCE	4
3. REFERENCIA	4
4. DEFINICIONES	4
5. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD	4
6. IDENTIFICACIÓN	5
7. PROCEDIMIENTO	5
8. ANEXO	10

1. PROPÓSITO.

Este procedimiento tiene por objeto definir la forma, metodología y actividades necesarias para seleccionar personal altamente calificado para desempeñar las labores de operación, mantenimiento y supervisión de Estaciones Meteorológicas ubicadas en el Volcán Antisana.

2. ALCANCE

Este procedimiento tiene directa relación con el manual de funciones, reclutamiento, selección, contratación e inducción del nuevo personal que prestará los servicios al INAMHI.

3. REFERENCIAS

Para elaborar este procedimiento se han considerado los siguientes documentos:

EXTERNOS

- Ley del Régimen Laboral
- Ley del Seguro Social

INTERNOS

- Manual del Sistema de gestión de Calidad
- Reglamento Interno de Trabajo
- Manual de Funciones

4. DEFINICIONES

SGC.- Sistema de Gestión de Calidad

GG.- Gerente General

DT.- Director Técnico

JRH.- Jefe Recursos Humanos

RD.- Representante de la Dirección

5. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

- La responsabilidad de elaborar este procedimiento es del Jefe de recursos humanos.
- La responsabilidad de revisar este procedimiento es del Representante de la Dirección.
- La autoridad para aprobar este procedimiento es del Gerente General
- La responsabilidad de cumplir con este procedimiento son las áreas de:
 - Gerencia General
 - Dirección Técnica
 - Mantenimiento de Estaciones
- La autoridad para hacer cumplir este procedimiento es del GG.
- Las Modificaciones se realizan de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento de Control de Documentos. El historial y el tipo de modificaciones se encuentran relatadas en las Hojas de Modificaciones, sección 0, y son parte de todos los documentos internos del SGC.

6. IDENTIFICACIÓN

Se lo identifica como: **PROCEDIMIENTO PARA SELECCIÓN DE PERSONAL**

7. PROCEDIMIENTO

7.1 RECLUTAMIENTO DE PERSONAL

El reclutamiento es un conjunto de técnicas y procedimientos, direccionados a atraer candidatos potencialmente calificados que cumplan con las exigencias del INAMHI, para ocupar un cargo dentro de la misma.

Esto se transforma en una divulgación, en la cual la organización ofrece al mercado de recursos humanos oportunidades de empleo para llenar las vacantes que en determinado momento necesitará cubrirlos, mediante una solicitud de requisición de personal ANEXO 5 y para personal que se contrata eventual y/o ocasional se utiliza el ANEXO 5A

- a. El proceso de reclutamiento es identificar a los candidatos que presenten una solicitud de empleo ANEXO 6 o su carpeta con todos los datos necesarios, así como también presentar un listado en base a:
 - La información obtenida por los avisos de prensa
 - Los listados de personas disponibles en el banco de datos del INMAHI
 - La información proporcionada por organizaciones afines
- b. Dado que el reclutamiento es una función del área de RRHH, sus actos dependen de la orden de servicio (requisición de personal), que deberá llenarlo y entregarlo a la persona que quiera llenar la vacante en su departamento o sección.

7.2 RECLUTAMIENTO INTERNO Y SELECCIÓN DE PERSONAL

Cuando la empresa requiera llenar una vacante se procederá en forma sistemática con las siguientes actividades:

- El área solicitante o persona responsable donde se origina la vacante, sea por renuncia o creación del puesto, presentará a RRHH la requisición de personal ANEXO 5
- Recursos Humanos analiza el requerimiento presentado, justifica la creación del puesto y si es vacante analiza los requisitos del perfil del cargo.

- Recursos Humanos procede a la publicación y convocatoria del concurso interno, con descripción de todos los requisitos referentes a: educación formal, formación, habilidades y experiencia.
- Recursos Humanos procede a la recepción de las solicitudes de los aspirantes al cargo y analiza sus expedientes individuales para determinar si cumplen con los requisitos solicitados.
- Recursos Humanos luego de seleccionar en primera instancia a los candidatos, coordina con el área técnica o administrativa, según sea el caso, y procede a tomar las pruebas técnicas de evaluación, las mismas que podrán ser teóricas, orales o prácticas.
- Recursos Humanos informará sobre el cumplimiento de los requisitos que el perfil del cargo lo determina y los resultados de las pruebas técnicas de evaluación, al responsable del área donde se origino la vacante.
- Los candidatos preseleccionados se presentarán a la entrevista personal con el responsable del área que solicitó el requerimiento del personal.
- Luego de haber ejecutado con todas las etapas anteriores Recursos Humanos emitirá un informe final al área donde se originó la vacante y a la Gerencia General, instancia en que determinarán si el candidato escogido es o no ascendido o trasladado al puesto que se requiere llenar la vacante.
- Para el caso del compromiso contractual con los clientes en lo posible se enviará una terna de aspirantes para la calificación respectiva, cuando la vacante a cubrirse sea relacionada exclusivamente al área técnica de Operación, Mantenimiento, Supervisión de Estaciones Meteorológicas.

7.3 RECLUTAMIENTO EXTERNO Y SELECCIÓN DE PERSONAL

- Una vez convocado el concurso interno y declarado desierto por no existir el candidato idóneo para llenar determinada vacante se procede a efectuar publicaciones de prensa para obtener una amplia muestra de aspirantes.

- La publicación y convocatoria al concurso externo, deberá contener la descripción de todos los requisitos referentes a: educación formal, formación, habilidades, y experiencia.
- Recursos Humanos procede a la recepción de las solicitudes de los aspirantes al cargo y analiza sus currículums vitae u hoja de vida para determinar si cumplen con los requisitos determinados.
- Recursos Humanos luego de seleccionar en primera instancia a los candidatos, coordina con el área técnica o administrativa, según sea el caso y procede a tomar las pruebas de evaluación, las mismas que podrán ser técnicas, orales o prácticas.
- Recursos Humanos informará al área que solicitó el requerimiento sobre el cumplimiento de los requisitos que el cargo lo determina y los resultados de las pruebas de evaluación.
- Los candidatos preseleccionados a ocupar la vacante se presentarán a la entrevista personal con el responsable del área que solicito el requerimiento.
- Luego de haber ejecutado con todas las etapas anteriores, Recursos Humanos emitirá un informe final al área donde se origino la vacante y a la Gerencia General, instancia en que determinarán el candidato que ocupará la vacante.

7.4 CONTRATACION DE PERSONAL

- Después de haber realizado el reclutamiento y la selección del candidato que ocupará la vacante, se emite un memo con el informe escrito a la Gerencia.
- El área de Recursos Humanos realizará el documento que dejará constancia, el común acuerdo entre la organización y el candidato finalista, especificando el contrato individual si es por tiempo fijo o por horas.
- En este documento constará, la remuneración, la denominación del cargo, y demás cláusulas que exige la compañía para su mejor desarrollo.

Situación laboral

- Determinar si el solicitante actualmente trabaja.
- Recursos Humanos debe conocer los compromisos del candidato para iniciar o no sus labores en la organización.

- Especificar las competencias del solicitante, que se especifica en el manual de funciones.

7.5 INDUCCION DE PERSONAL

La inducción y la orientación tienen por objeto proporcionar al nuevo empleado la información que necesita a fin de trabajar con comodidad y eficacia en la organización.

a. La inducción y la orientación transmiten cuatro tipos de información:

1. Información general sobre la rutina diaria del trabajo.
2. Un repaso de la historia de la organización, su finalidad, su operación, servicios y cómo el trabajo del empleado contribuye a alcanzar los objetivos del INAMHI.
3. Una presentación detallada de sus políticas, reglas de trabajo y prestaciones del personal.
4. Requerimientos del Sistema de Gestión de Calidad
5. Conocimiento de instalaciones y presentación al personal.

b. Los Propósitos de la Inducción:

Un nuevo empleado puede pasar sus primeros días en inducción al puesto. Sin embargo en determinados casos será necesario considerar un periodo de aprendizaje bajo supervisión y puede contener los siguientes tópicos:

- La integración al equipo de la compañía,
- La participación en grupos
- La asignación de responsabilidades
- La planeación del desarrollo del empleado
- La solución de asuntos en el lugar de trabajo
- Adaptación al medio

c. Proporcionar Información respecto a las Tareas y las Expectativas en el Desempeño:

La inducción proporciona la persona encargada de RRHH o el delegado del área técnica a la que va a pertenecer el candidato.

d. Reforzar una Impresión Favorable:

Un último propósito de la inducción es mantener una impresión favorable de los nuevos empleados con respecto a la organización y su trabajo, el proceso de inducción puede hacer mucho para calmar los temores que pudieran tener los nuevos empleados acerca de sí habrán tomado una decisión de empleo correcto.

e. Etapas de la Inducción:

Existen tres etapas diferentes que son esenciales en un programa efectivo de inducción.

- Durante la primera, se proporciona información general acerca de la compañía. Los miembros del departamento de RRHH deben presentar los asuntos que se relacionan con todos los empleados, tales como visión panorámica de la compañía, un repaso de políticas y procedimientos de la empresa. Los programas de inducción también deben proporcionar información acerca de cómo los productos o servicios benefician a la sociedad como un todo.

- El supervisor inmediato del empleado o su delegado es el responsable de la segunda etapa de la inducción, en algunos casos el supervisor puede delegar esta tarea a un empleado de cierta antigüedad en el área, los tópicos y actividades que se cubren son una perspectiva global del área los requerimientos del puesto, la seguridad, una visita por el departamento, una sesión de preguntas y respuestas. El supervisor inmediato debe explicar con claridad las expectativas del desempeño y las reglas específicas de trabajo en ese momento. También es importante que el supervisor facilite la aceptación social del recién contratado por el grupo de trabajo con la mayor rapidez posible.

- La tercera etapa implica la evaluación y seguimiento de su desempeño, que están a cargo del departamento de Recursos Humanos junto con el supervisor inmediato.

Durante la primera o las primeras semanas, el supervisor trabaja con el nuevo empleado para aclarar la información y asegurarse de su integración en el grupo de trabajo. Los funcionarios de Recursos Humanos ayudan a los supervisores a cerciorarse de que se efectúe este tercer paso.

8. ANEXOS

ANEXO 1 DIAGRAMAS PARA EL PROCEDIMIENTO DE RECLUTAMIENTO DE PERSONAL

ANEXO 2 DIAGRAMA PARA EL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE PERSONAL

ANEXO 3 DIAGRAMA DE CONTRATACIÓN

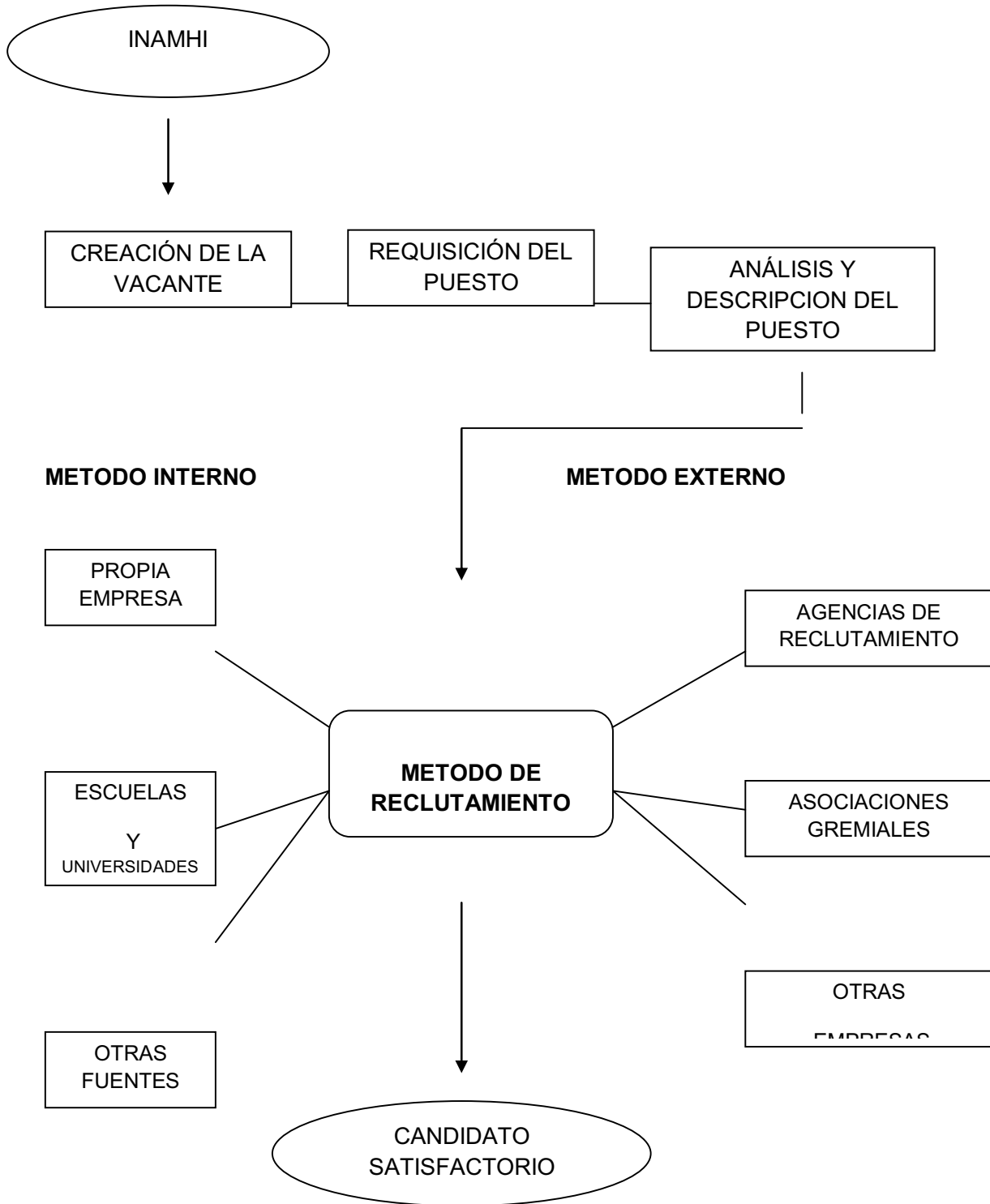
ANEXO 4 DIAGRAMA DE INDUCCIÓN

ANEXO 5 REQUISICIÓN DE PERSON

ANEXO 5A REQUISICION DE PERSONAL EVENTUAL/OCASIONAL

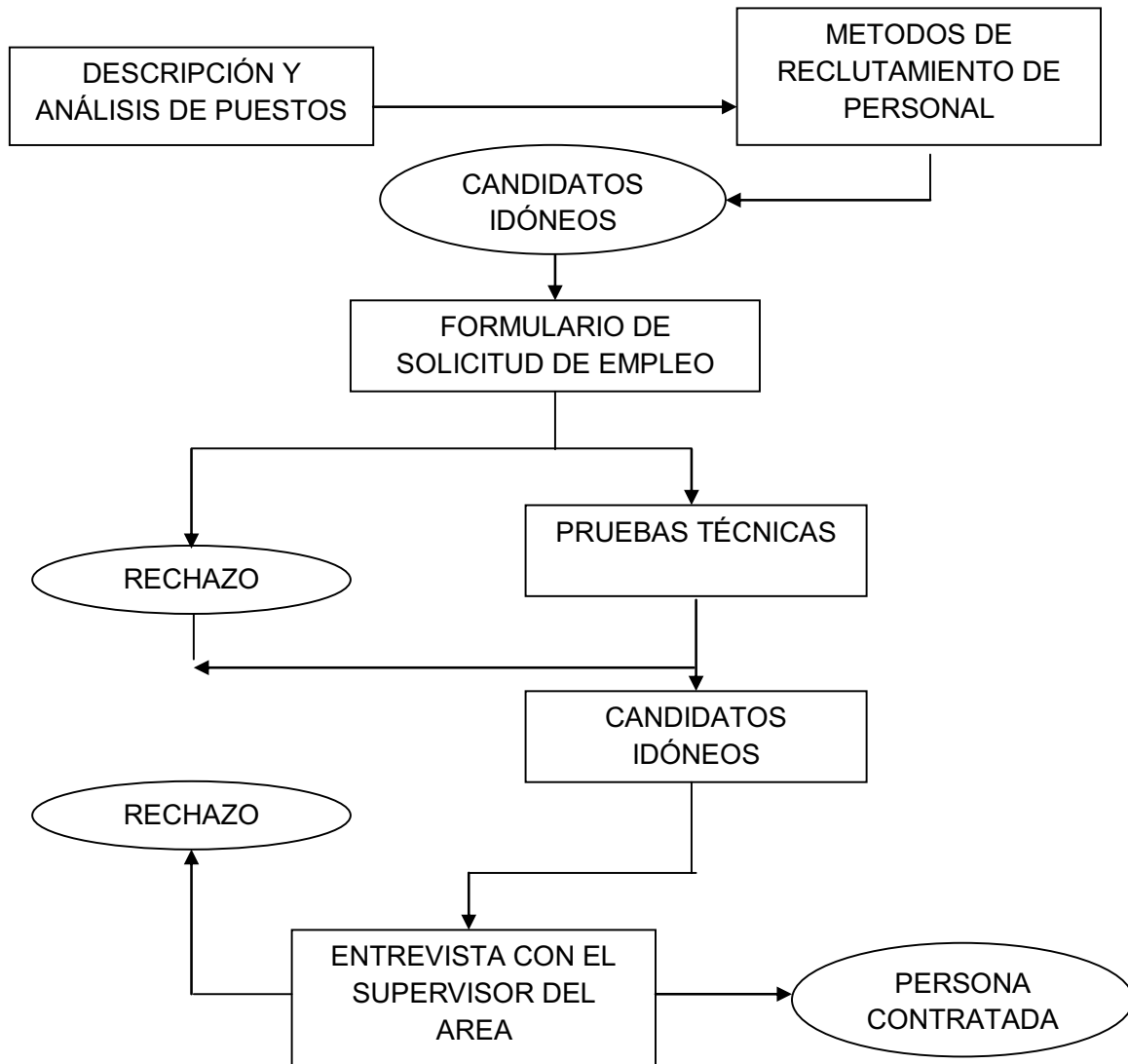
ANEXO 6 SOLICITUD DE EMPLEO

ANEXO 1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECLUTAMIENTO (7.1)



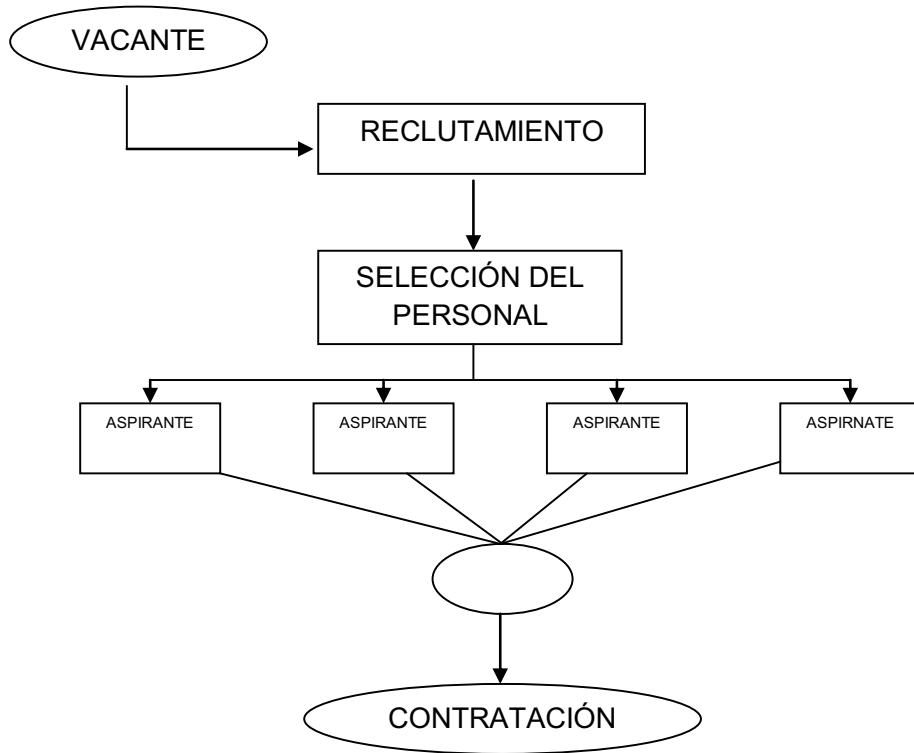
ANEXO 2 DIAGRAMA DE SELECCIÓN DE PERSONAL

(7.2)



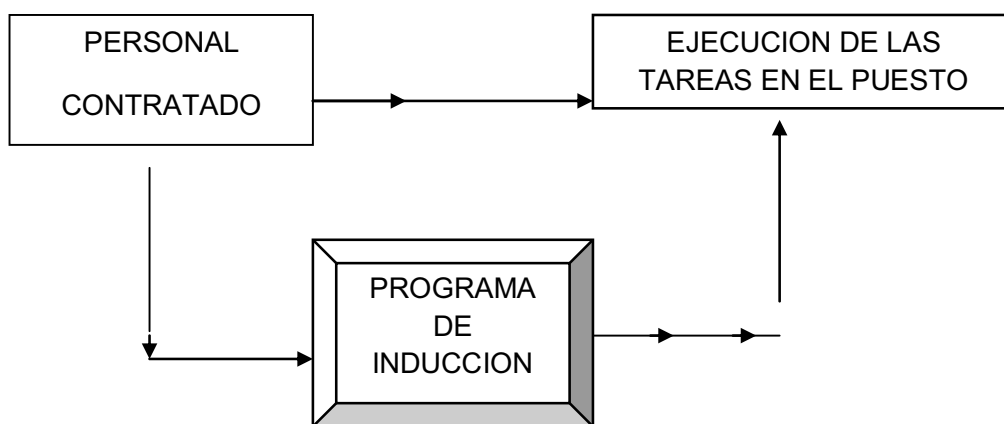
ANEXO 3 DIAGRAMA DE CONTRATACIÓN

(7.3)



ANEXO 4 PROCESO DE INDUCCION

(7.4)



ANEXO 5 REQUISICION DE PERSONAL**REQUISICION DE PERSONAL**

Formato para seleccionar y contratar personal idóneo para la compañía

Llenar vacante _____ Creación de puesto _____

Fecha _____

Área _____

Nombre Del cargo _____

Persona responsable _____

Tiene personal a su cargo si ___ no ___ cuantos _____

Nombre del ocupante anterior _____

Remuneración \$ _____

Contrato requerido

Prueba _____ Indefinido _____ Por Horas _____

Plazo fijo _____ Ocasional _____

Fecha para iniciar a desempeñar el cargo _____

Nombre del solicitante _____ firma _____

Observaciones

RRHH _____

ANEXO 5A

REQUISICION DE PERSONAL

Formato para seleccionar y contratar personal ocasional/eventual para la compañía

Fecha _____

Área _____

Nombre Del cargo _____

Persona responsable _____

Tiene personal a su cargo si ___ no ___ cuantos _____

Remuneración/día \$ _____

Contrato requerido

Ocasional _____

Fecha inicio _____
Fecha final _____
Nombre del solicitante _____ firma _____

Observaciones
RRHH _____

ANEXO 6 SOLICITUD DE EMPLEO

SOLICITUD DE EMPLEO

En el siguiente documento Ud. Deberá proporcionar los datos que solicita la empresa de la manera más cuidadosa y exacta, el presente formulario no constituye un contrato o una oferta de trabajo.

Datos personales
1. Nombre completo _____
2. Estado civil _____ cargas familiares _____
3. Dirección _____ Ciudad _____
4. Teléfono _____ fax _____ e-mail _____
Celular _____ otro _____

5. Lugar de nacimiento _____

Empleo solicitado

6. Tipo de empleo solicitado _____

7. Puesto específico que solicita _____

8. Usted desearía trabajar como:

a. Empleado de tiempo completo _____

b. Empleado de tiempo parcial _____

c. Empleado temporal _____

9. Fecha para empezar a trabajar _____

10. Estaría dispuesto a aceptar otro cargo si el que solicita no está disponible

Si _____ no _____

11. Su aspiración salarial es de \$ _____

Formación académica y preparación laboral

12. Señale el grado que Ud. ha obtenido en el curso de su formación académica

a. primaria _____

b. Secundaria _____

c. Bachiller en _____

d. Universidad _____

e.	Titulo	_____
f.	Otros	_____

13. Describa sus habilidades laborales, incluyendo los vehículos, aparatos y herramientas que sabe operar.

Antecedentes laborales

14. Empezando por el último empleo o por su empleo actual, especifique la siguiente información.

a.	Compañía	_____
	Fecha de ingreso	_____
	Fecha de salida	_____

Cargo que desempeño	_____
Salario inicial	\$ _____
salario final	\$ _____
Motivo de su salida	_____

b. Compañía _____
 Fecha de ingreso _____

 Fecha de salida _____

 Cargo que desempeño _____

 Salario inicial \$ _____ salario final \$ _____

 Motivo de su salida _____

Referencias

15. Nombre, dirección y teléfono

Firma del solicitante _____ fecha _____

ANEXO 11

INSTALACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Una vez seleccionado el sitio donde se ha de implantar la EMA, se procederá a:

- a. Marcar el punto donde se ubicará el pluviómetro automático;
- b. Desbrozar la vegetación aledaña al pluviómetro en un radio aproximado de 10m haciendo como centro el lugar establecido para el pluviómetro automático;
- c. Marcar el punto donde se ubicará el gabinete de protección y datalogger: mínimo 2m de distancia respecto del pluviómetro automático;
- d. Excavar con la barra y/o la excavadora manual dos agujeros (*Figura 3.39*):
 - a. Af₁ → de 50*50*60cm, para ubicar la araña sobre una cama de piedra bola.
 - b. Af₂ → de 40*40*30cm (profundidad), para ubicar el tubo de H°G° de 2" x 1m.
 - c. Z₁ → Zanja de 5*30cm de profundidad que conecte los dos agujeros. En este surco se alojará la TB1 que protegerá el cable de datos del pluviómetro.

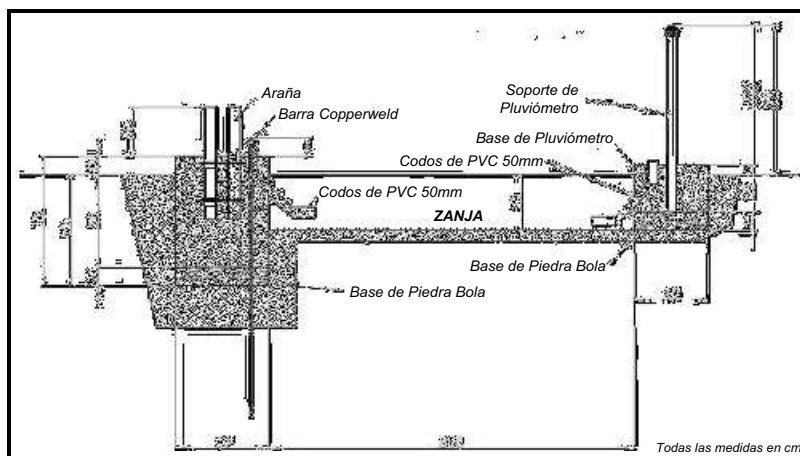


Figura 1 Diagrama de Instalación

- e. Simultáneamente, pintar la "Araña" y el tubo de soporte del pluviómetro con el objeto de evitar un proceso acelerado de oxidación.

- f. Con los tabloncillos indicados, preparar dos marcos cuadrados para encofrado;
- g. Armar el tubo de soporte del pluviómetro con la reducción 2" a 1" y el neplo.

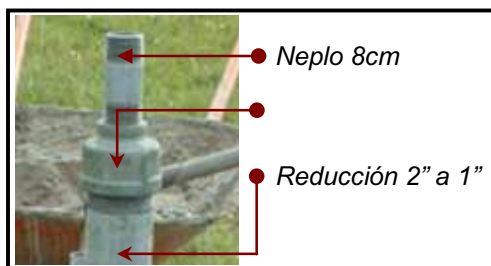


Figura 2 Soporte para Pluviómetro con Reducción y Neplo

- h. Preparar la mezcla de cemento, arena y piedra $\frac{3}{4}$, en proporción 1-2-3, respectivamente; añadiendo el acelerante en cantidad señalada en su etiqueta;
- i. Colocar al interior de Af₁, una cama de piedra bola grande de 10cm de espesor.
- j. De acuerdo al diagrama de la *Figura 3.39*, enterrar una barra copperweld en Af₁.
- k. Sobre la cama de piedra bola de Af₁, colocar la araña de tal manera que sobresalga aproximadamente 26cm, para realizar el montaje del tubo de H°G° que sostendrá a la estación. Nivelarla.
- l. Colocar el encofrado de 60cm*60cm sobre Af₁ y nivelarlo. Asegurarse que la altura de la araña permita el abatimiento del tubo a instalarse.
- m. Llenar Af₁ con la mezcla de concreto elaborada en el paso h. Durante el proceso revisar, siempre, que la araña se encuentre nivelada.
- n. Siguiendo el diagrama de la *Figura 3.41*, antes de llenar Af₁ en su totalidad, colocar el tubo de PVC de 2" en el lugar especificado. Taparlo para que el concreto no ingrese pero procurar que el tapón quede libre para su posterior apertura.



Figura 3 Fundición de Base de Soporte para Estación

- o. Colocar al interior de Af₂, una cama de piedra bola grande de 5cm de espesor.
- p. Colocar el encofrado de 40cm*40cm sobre Af₂. Nivelarlo con el uso de un nivel.
- q. Sobre la cama de piedra bola de Af₂, colocar el soporte del pluviómetro de tal manera que la porción de soporte que sobresalga de la superficie más la longitud del pluviómetro sumen un total de 120cm de altura.



Figura 4 Soportes Instalados

- r. Llenar Af₂ con la mezcla de concreto elaborada en el paso h. Durante el proceso revisar, siempre, que el soporte se encuentre nivelado.

- s. Siguiendo el diagrama de la *Figura 3.39*, antes de llenar Af₂ en su totalidad, colocar el tubo de PVC de 2" en el lugar especificado. Taparlo para que el concreto no ingrese pero procurar que el tapón quede libre para su posterior apertura.
- t. Con el uso de un bailejo, regular las superficies de concreto.
- u. Esperar 24 horas para que fragüe el cemento.

ANEXO 12

MANUAL TOMA DE DATOS

Datalogger y sensores:

	
CR1000 Datalogger. ¡Frágil!	Li-cor 200SZ Pyranometer con 100 Ohm Resistencia
USB 2 Cable Sucesivo	Más sensores como necesario
Pequeño de 12 v batería	Terminales, cables y adaptador de alimentación para CR1000 datalogger

Tabla 1 Datalogger y sensores

Montajes, herramientas (Voltímetro, destornillador de punta plana, cables ajustables, tirón ajustable, necesarios para las pruebas).

Preparar y probar programa:

Las pruebas a fondo de un programa de datalogger en el laboratorio son cruciales para una implementación exitosa. Utilizando el LoggerNet - CRBasic software, nosotros podemos modificar el programa de datalogger instrucciones para cada sensor. Algunas instrucciones para sensores básicos, pueden ser utilizados el instrumento de corte sobre el menú de programa LoggerNet, para otros casos se debe escribir las instrucciones o buscarlas en línea.

Sensores	T1	0	CS215	Li200X	IRR-P	DavisWind	NR-Lite	Soilheatflux
	7_C							
Accesos directos	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	

Tabla 2 Tipos de Sensores

Para probar el programa se usa la opción compilar en la ventana CRBasic, que indica algunos errores (no todos). El programa está listo para transferirse al datalogger para la recopilación de datos.

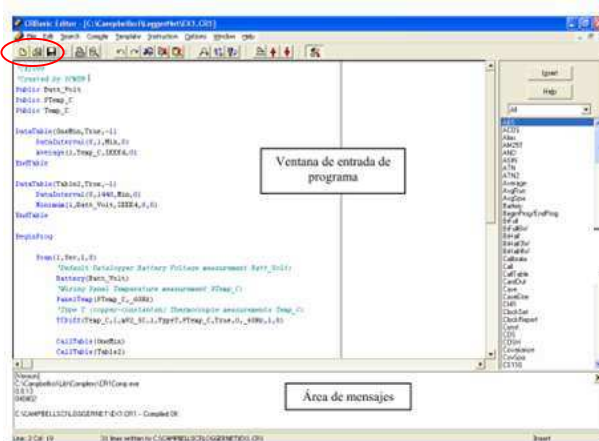


Figura 1 CRBasic

Cableado:

Cada sensor del datalogger (CR1000) con su respectiva instrucción se encuentra en la sección de cableado en el final del programa del datalogger. Es muy importante confirmar los puertos correctamente del datalogger, cuando los sensores vayan a ser conectados. Apriete cada tornillo para evitar accidentalmente el desconectarse, que daría como resultado una pérdida de datos.

Sensores especificaciones:

- Temperatura, humedad del aire estos sensores deben ser colocado en un escudo de radiación y deben estar colocados por lo menos a $z = 2$ m, sobre la superficie.
- Sensores de radiación solar debe ser a nivel y libre de obstáculos por edificio, trípode, o sensor, sombras etc. Esto por lo general puede normalmente evitarse señalando al lado sur del trípode. La calibración específica de constante debe ser introducido en el programa del datalogger.
- Sensor de viento debe ser montado tan alto como sea posible.
- Sensor de radiación Infrarrojos para temperatura superficial (IRR-P) debe estar apuntando al tejado (o al área de interés). La calibración específica de constante debe ser introducido en el programa del datalogger.
- El Pluviómetro debería estar al nivel sobre la Tierra o sobre un poste separado de la torre.

Confirmación de Operación Apropriada:

La confirmación del funcionamiento del programa y de los sensores, el equipo datalogger mediante una serie C de tablas, se hace clic en ON (conectar) botón de menú. Compruebe la conexión en primer lugar, a continuación, carga el programa para el datalogger. Compruebe los valores de lecturas instantáneas para todos los sensores, pulsando N o el 'Numéric' en los datos muestra la ventana de demostraciones. Si presenta problemas verificar el cableado y los puertos elegidos en su programa del Datalogger para cada sensor.

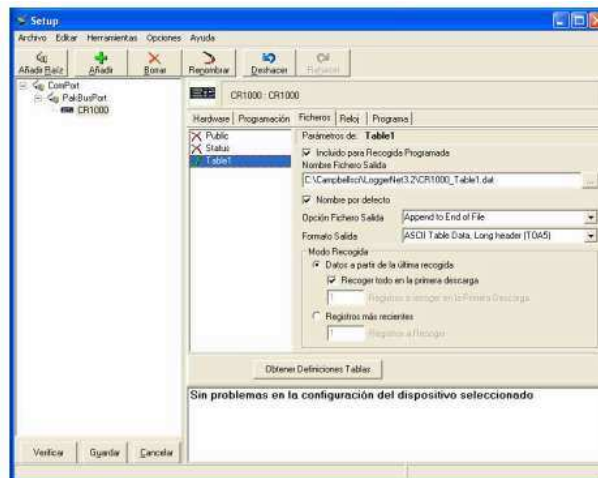


Figura 2 Setup, table 1

Posibles Fallas Entre La Conexión Datalogger - Terminal:

- **Datalogger no tienen poder:** Compruebe el voltaje a través de los cables que entran en el conector al datalogger. Si $U < 11.8V$ cambio de batería y recargar la batería. Confirmar polaridad de cables de fuente.
- **Puerto COM Incorrecto:** Vaya al LoggerNet- Ventana de Configuración- Ventana de 'ComPort' y haga clic en pull-down del menú en Hardware: 'ComPort' conexión. Establecer otro 'ComPort' en pull down menú desplegable e intentar volver a conectar en el LoggerNet: conectar ventana. Si estos puertos COM verificación el puerto COM asignado al puerto USB 2.

Cable serial en Windows-Settings- Control Panel –Administrative Tools- computer Management-Device Manager- Ports.

ANEXO 13

PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE ESTACIONES EN EL VOLCÁN ANTISANA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

CONTENIDO:

0. HOJA DE MODIFICACIONES.....	3
1. PROPOSITO.....	4
2. ALCANCE.....	4
3. REFERENCIAS.....	4
4. DEFINICIONES.....	4
5. AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	4
6. IDENTIFICACIÓN.....	5
7. PROCEDIMIENTO.....	5

1. PROPOSITO

Este procedimiento tiene por objeto definir la forma, metodología y actividades necesarias para realizar el mantenimiento de una estación meteorológica ubicada en el volcán Antisana con sus respectivos equipos y sensores.

2. ALCANCE

Este procedimiento tiene que ver con el programa para el mantenimiento preventivo de los equipos y sensores, con el mantenimiento correctivo solicitado, y el personal propio o contratado en el INAMHI para el desarrollo del trabajo.

Equipos y herramientas para mantenimiento:

- Equipos y ropa de alta montaña
- Juegos de Herramientas
- GPS
- Equipos para mediciones

3. REFERENCIAS

- Manual de funcionamiento de cada sensor
- Manual del localizador satelital (GPS)
- Norma ISO 9001-2008
- Norma de Seguridad Industrial y Medio Ambiente

4. DEFINICIONES

Las definiciones y abreviaciones que son tomadas en cuenta en este procedimiento son las siguientes:

- a) **Jefe de trabajo:** Persona encargada para la supervisor de las estaciones meteorológicas del volcán Antisana como responsable de una orden de trabajo.

- b) **SGC**: Sistema de gestión de la calidad .
- c) **Supervisor**: Persona encargada de la programación y supervisión de los trabajos y de la administración del recurso humano y logístico de las estaciones meteorológicas.

5. AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD

- La responsabilidad de elaborar y revisar este procedimiento es del Supervisor.
- La responsabilidad de aprobar este procedimiento es del Coordinador del departamento (IDT)
- La responsabilidad de cumplir con este procedimiento es de todos los empleados del IDT que están calificados para ejecutar trabajos contratados.
- La autoridad de hacer cumplir este procedimiento es del Supervisor.
- Las Modificaciones se realizan de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento de Control de Documentos. El historial y el tipo de modificaciones se encuentran relatadas en las Hojas de Modificaciones, sección 0, y son parte de todos los documentos internos del SGC.

6. IDENTIFICACION

Este procedimiento se identifica como Procedimiento para el mantenimiento de estaciones meteorológicas en el volcán Antisana.

7. PROCEDIMIENTO

Actividad: Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos y sensores que se utilizan en la estación meteorológica de acuerdo a lo planificado o a la orden de trabajo del cliente.

Descripción:

Variable, Unidad	Tipo de Sensor	Tipo de Mantenimiento
Precipitación, mm	Géonor T-200B	Cambio de anticongelante cada 2 meses, revisión de conexiones, contactos y programa.
Precipitación, mm	Davis Rain Collector II	Revisión de conexiones, contactos y programa.
Precipitación, cm	Pluviómetro Totalizador	Vaciado una vez al año y cambio de aceite
Temperatura del aire, °C	Vaisala HPM45C-ventilada	Limpieza, revisión de conexiones, contactos, programa y chequeo del funcionamiento del ventilador
Temperatura del aire, °C	Pt100- no ventilada	Limpieza, revisión de conexiones, contactos, programa
Humedad Relativa, %	Vaisala HPM45C-ventilada	Limpieza, revisión de conexiones, contactos, programa
Velocidad del viento, m s ⁻¹	Young 05103,	Chequeo hélice, del perno de sujetar la hélice, orientación correcta, limpieza, revisión de conexiones, contactos, programa
Dirección del viento, grados	Young 05103,	
Radiación de onda corta incidentes y reflejada, W m ⁻²	Kipp&Zonen CM3	Verticalidad y horizontalidad, chequeo cada subida, limpieza de cúpulas, revisión de conexiones, contactos, programa
Radiación de onda larga incidentes y emitidas por la superficie W m ⁻²	Kipp&Zonen CG3	
Temperatura del suelo, °C	Termocuplas Cu-Cst	Verificación de datos, si falla cambio del sensor
Flujo de calor del suelo W m ⁻²	Huksefluk HPF01	Verificación de datos, si falla cambio del sensor
Acumulación/Ablación mm	Sonda de ultrasonidos SR50	Verificación del dato y comprobación de la altura con un flexo metro.

Nota.- Una vez al año se hace la verificación de la central CR23, los paneles solares, baterías, el cableado y se hace un chequeo total de la estructura de la estación.

ANEXO 14

SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL VOLCÁN ANTISANA A QUITO

Comunicación Antisana-Ihambi												
N.-	Enlaces	NS2	ANT	IOIAN-DS	NI115	PANEL SOLAR	CONTROLADOR	BATERIA	Poste 3mts	ROUTER GPRS	ANTENA GPRS	
1	ORE	MORRENA 15	2	1		1	1	1	2			
2	MORRENA 15	TORRE GUAMANI	2	2		1	1	1				
3	CRESPO 12											
4	Crespo -Glaciar 12	MORRENA 12	2		1	1	1	1	2			
5	PARAMO 12	MORRENA 12	2		1	1	1	1	2			
	MORRENA 12	TORRE GUAMANI	4	4		2	2	2				
6	TORRE GUAMANI	QUITO		1		1	1	1				
7										3		3
	TOTAL		12	6	2	7	7	7	6	3		3
			Incluido	500,00		Incluidos			200,00	500,00		
TOTAL EQUIPOS REQUERIDOS												
	Valor unitario referencial USD	12		2	2	7			6	3		3
	Valor total referencial por tipo de equipo	200,00		500,00	900,00	700,00			300,00	500,00		60,00
	TOTAL	2.400,00		1.000,00	1.800,00	4.900,00			1.800,00	1.500,00		180,00
	Valor total referencial equipos	11.780,00										
	Valor total de Estructura	1.800,00										
	valor total referencial del sistema	13.580,00										
Mano de obra												
			tiempo		total							
	Ingeniero	1.200,00	3		3.600,00							
	Ayudante	600,00	3		1.800,00							
	total				5.400,00							
	Total Final	\$			18.980,00							

ANEXO 15

FICHAS DE INICIO, INTERVENCIÓN, INVENTARIO, Y RUTA DE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL VOLCÁN ANTISANA

ANEXO 16

FORMULARIOS DE LA SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES