

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 1 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

## ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. TERMINOLOGÍA.....</b>	<b>5</b>
<b>5. NORMAS Y ESTÁNDARES APLICABLES .....</b>	<b>7</b>
5.1. SISTEMA DE UNIDADES.....	8
5.2. IDIOMA .....	8
<b>6. REQUERIMIENTO TÉCNICO .....</b>	<b>8</b>
6.1. GENERALIDADES.....	9
6.1.1. NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN .....	9
6.1.2. REDUNDANCIA .....	11
6.1.3. CONFIABILIDAD .....	11
6.1.4. ESTANDARIZACIÓN .....	11
6.1.5. ESCALABILIDAD .....	11
6.1.6. OBSOLESCENCIA TECNOLÓGICA .....	12
6.1.7. ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	12
6.1.8. HARDWARE .....	12
6.1.9. SOFTWARE.....	12
6.1.10. CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN .....	13
6.1.11. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	13
6.1.12. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	13
6.2. TABLEROS.....	13
6.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	14
6.2.1.1. TABLERO POLIÉSTER .....	14
6.2.1.2. CABLEADO .....	14
6.2.1.3. BLOQUES DE BORNERA .....	15
6.2.1.4. NIVEL DE TENSIÓN .....	15
6.2.1.5. IDENTIFICACIÓN.....	15
6.2.2. TABLERO DE TELEMETRÍA (TT) .....	16
6.3. COMUNICACIONES .....	16
6.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL .....	16
6.3.2. SISTEMA DE COMUNICACIÓN PRINCIPAL (SCP) .....	17
6.3.3. INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES .....	18
6.3.4. RED DE TELECOMUNICACIONES .....	20
6.3.5. FUNCIONALIDADES DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES.....	20
6.3.6. SISTEMA DE COMUNICACIÓN LOCAL (SCL) .....	21
6.3.7. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN .....	21
6.3.8. ESTUDIOS DE COMUNICACIONES .....	21
6.3.9. CONSIDERACIONES ADICIONALES .....	22
6.4. SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA) .....	23
6.4.1. ALCANCE GENERAL.....	23
6.4.2. REQUERIMIENTO PARA HARDWARE NUEVO.....	26
6.4.3. REQUERIMIENTO PARA HARDWARE EXISTENTE .....	27

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	Código : GDIET004 Revisión : 00 Aprobado : JETIC Fecha : 2017.03.16 Página : 2 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

6.4.4.	REQUERIMIENTO PARA SOFTWARE DE INTEGRACIÓN .....	27
6.4.5.	REQUERIMIENTO PARA SOFTWARE NUEVO .....	28
6.5.	GESTIÓN DE MONITOREO .....	29
<b>7.</b>	<b>MONTAJE E INSTALACIÓN.....</b>	<b>29</b>
7.1.	EJECUCIÓN .....	29
7.1.1.	INSTALACIÓN DE EQUIPOS .....	29
7.1.2.	PUESTA A TIERRA .....	30
7.1.3.	POSTES Y CIMENTACIÓN .....	31
7.1.4.	REDES DE COMUNICACIÓN .....	32
7.1.5.	FIBRA ÓPTICA .....	32
<b>8.</b>	<b>PRUEBAS.....</b>	<b>33</b>
8.1.	PRUEBAS FAT .....	34
8.2.	PRE-COMISIONAMIENTO .....	35
8.2.1.	SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	35
8.2.2.	SISTEMA SCADA .....	36
8.3.	COMISIONAMIENTO .....	37
8.3.1.	SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	37
8.3.2.	SISTEMA SCADA .....	38
8.3.3.	GESTOR DE MONITOREO SNMP .....	38
8.4.	PUESTA EN MARCHA .....	39
<b>9.</b>	<b>ENTREGABLES.....</b>	<b>40</b>
9.1.	ENTREGABLES DE EXPEDIENTE TÉCNICO (INGENIERÍA DE DETALLE) .....	40
9.1.1.	SISTEMA DE COMUNICACIÓN .....	40
9.1.2.	SISTEMA DE INTEGRACIÓN SCADA .....	40
9.2.	ENTREGABLES DE RECEPCIÓN DE OBRA .....	41
9.2.1.	SISTEMA DE COMUNICACIÓN .....	41
9.2.2.	SISTEMA DE INTEGRACIÓN SCADA .....	41
9.2.3.	GENERALES.....	42
<b>10.</b>	<b>CAPACITACIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>11.</b>	<b>GARANTÍA.....</b>	<b>44</b>
<b>12.</b>	<b>SERVICIO DE SOPORTE .....</b>	<b>44</b>
<b>13.</b>	<b>GESTIÓN .....</b>	<b>45</b>
13.1.	ETAPAS DEL PROYECTO .....	45
13.1.1.	INVERSIÓN A NIVEL EXPEDIENTE TÉCNICO .....	45
13.1.2.	INVERSIÓN A NIVEL DE OBRA .....	45
13.2.	CALIDAD.....	45
13.3.	SEGURIDAD.....	46
<b>14.</b>	<b>CRITERIOS PARA FACILIDAD DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO N° 1 .....</b>	<b>48</b>	
<b>1. SISTEMA DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>48</b>	
1.1.	RADIOS ETHERNET .....	48

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 3 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

1.2.	RADIOS MICROONDAS.....	49
1.3.	FIBRA ÓPTICA .....	50
1.4.	REPARTIDOR ÓPTICO .....	51
1.5.	REPARTIDOR RACK 19" .....	51
1.6.	CAJA DE EMPALME .....	51
1.7.	PROTECTOR DE EMPALME .....	52
1.8.	RED MPLS .....	52
1.9.	SWITCHES .....	52
1.9.1.	SWITCHES PARA LOS CS, ESTACIONES MAESTRAS Y REPETIDORAS .....	52
1.9.2.	SWITCHES PARA LAS ESTACIONES REMOTAS .....	53
1.10.	TORRES AUTOSOPORTADA .....	54
1.11.	TORRE VENTADA PESADA.....	54
1.12.	POSTES PARA COMUNICACIONES.....	55
<b>2.</b>	<b>SOFTWARE DE MONITOREO .....</b>	<b>55</b>
<b>3.</b>	<b>WORKSTATION .....</b>	<b>56</b>
<b>4.</b>	<b>GENERALES.....</b>	<b>57</b>
4.1.	CABLE COAXIAL .....	57

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 4 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

## 1. OBJETIVO

El presente documento tiene por finalidad guiar al consultor y/o al contratista encargado de elaborar el Estudio Definitivo y Expediente Técnico, así como la ejecución de las obras el proceso de diseño, suministro, instalación, integración, programas, servicios y pruebas para el sistema de comunicaciones e integración SCADA de las estaciones remotas.

Es la base para la definición y desarrollo de los alcances, especificaciones, inspección de campo, ingeniería básica, ingenierías de detalle y ejecución para la integración de las estaciones remotas al sistema SCADA METROPOLITANO y al SCADA REBOMBEO.

## 2. INTRODUCCIÓN

La empresa de servicios de agua potable y alcantarillado de lima, SEDAPAL, en su lineamiento de ampliar y prestar mejores servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en las zonas periféricas de la ciudad de Lima y Callao, viene ejecutando proyectos que permitirán el acceso a la población de estos servicios básicos.

Como parte de la optimización de estas obras se está considerando que la operación de cada una de estas esté automatizada e integrada al sistema SCADA METROPOLITANO y al SCADA REBOMBEO en lo que respecta a sus instalaciones hidráulicas (pozos, reservorios, rebombeo, entradas a sector, etc.) que se interconectarán a la red de distribución de agua potable. Dichos proyectos involucran niveles de automatización local o entre estaciones y la Integración hacia el centro principal de control.

El actual Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) de SEDAPAL del Centro Principal de Control de La Atarjea, es un Sistema Redundante con capacidad de integrar la información de las nuevas instalaciones pudiendo utilizar diferentes medios de comunicación alámbrica o inalámbrica, trabajando actualmente en los sistemas inalámbricos con enlaces de Microondas en el backbone principal, y hacia las estaciones con radios UHF en banda licenciada de 400 MHz, Wireless en bandas libres de 900MHz, 2.4GHz y 5.8GHz y vía operador celular GPRS/EDGE/3G, con sistemas con Comunicación Serial o utilizando protocolos diversos como Ethernet TCP/IP, utilizando en la mayoría de las Estaciones protocolo de comunicación MODBUS TCP/IP en los PLCs.

## 3. ALCANCE

Las presentes especificaciones técnicas tienen la finalidad de guiar el proceso de la comunicación local y principal en estaciones remotas y la integración hacia el Centro Principal de Control SCADA, esta especificación establece los requisitos mínimos y definiciones a emplear en el funcionamiento del sistema de comunicaciones, la inspección, instalación, comisionamiento, pruebas y certificación de los equipos y programas a ser instalados en el presente proyecto.

El alcance incluye el suministro de todos los equipos, componentes, materiales y la ejecución del proyecto para la implementación de los sistemas de comunicaciones y supervisión, comprendiendo, sin limitarse: proyecto detallado, equipos, tableros, componentes y materiales, embalajes adecuados y transporte hasta la obra; todo esto hasta la completa satisfacción por SEDAPAL.

La presente especificación desarrolla lo siguiente:

- a. Establecimiento de los protocolos de comunicación del sistema de comunicaciones en los diferentes niveles de automatización.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 5 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- b. Establecimiento del Sistema de Comunicación Principal-SCP (Esquema Hidráulico y el Centro de Control - La Atarjea) y el Sistema de Comunicación Local-SCL (Dentro del Esquema Hidráulico).
- c. Establecimiento de especificaciones técnicas para la construcción, instalación y montaje de los equipos de comunicaciones de las nuevas Estaciones remotas.

#### 4. TERMINOLOGÍA

TERMINO	DESCRIPCIÓN
AS BUILT	Documentación de ingeniería referida a los planos, cálculos y descripciones de las actualizaciones que reflejan la adaptación del proyecto de Ejecución a la realidad de la obra, tal como se construyó finalmente.
BANDA MUERTA	Rango de la variable de control en la cual el proceso se mantiene estático.
BASE DE DATOS HISTÓRICA DEL SCADA	Base de Datos Relacional del SCADA en el cual se guarda la información histórica como lecturas puntuales, promedios horarios, diarios y mensuales.
BASE DE DATOS SCADA (Tiempo Real)	Base de Datos del Software SCADA, esta base de datos exporta la información periódicamente hacia la base de datos Histórica.
CC	Centro de Control
CONSIGNA	Valor de la variable de control que debe mantener el proceso de acuerdo a la orden enviada.
CPC	Centro Principal de Control
CS	Centro de Servicios
DOBLE REDUNDANTE	Sistema constituido por dos componentes, en caso de falla de uno ingresa, el otro evita pérdidas en el proceso (Activo y Stand By)
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
ER	Estación Remota, representa un punto de monitoreo y/o control hidráulico automatizado localmente; controlado y supervisado a distancia.
ERM	Estación Remota Maestra. Estación principal (cabecera) de un grupo hidráulico que centraliza toda la información SCADA, será enviada al Centro de Control e intercambia información con las Estaciones Remotas Esclavas.
ERS	Estación Remota Esclava. Estas estaciones son las que intercambian información con las Estaciones Remotas Maestras a fin de efectuar un proceso de automatización.
ESQUEMA HIDRÁULICO	Conjunto de Estaciones Remotas que interactúan entre si realizando un proceso hidráulico. Por ejemplo: Sistemas de Rebombeo (Pozos hacia Reservorio que a su vez bombea a un reservorio final.)
FAT	Factory Acceptance Test (Pruebas de aceptación en fabrica)
FILOSOFIA DE CONTROL	Procedimiento de operación; es un conjunto de actividades requeridas para la obtención de un fin determinado por las áreas usuarias.
FRANJA DE NIVEL	Es el conjunto de divisiones que se hace a la altura total del reservorio con la finalidad de definir la consigna.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 6 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

GIS	Sistema de Información Geográfico (Geographical Information System)
GPRS	Servicio General de Radio por Paquetes (General Packet Radio Service)
GSM	Global System for Communication Mobile
IED	Dispositivo Electrónico Inteligente (Intelligent Electronic Device)
LAN, WAN	Red de Área Local (Local Área Network) Red de Área Extendida (Wide Área Network)
MAPPING DE DIRECCIONES DE UN IED.	Tabla de datos de un protocolo determinado dentro de un IED (Ejemplo Tabla Modbus del PLC), en el cual cada señal o variable es asociada a una dirección numérica.
MCC	Centro de control de Motores
MODBUS RTU	Protocolo de comunicaciones estándar, abierto y no propietario, implementación simple y sencilla, maneja bloques de datos sin suponer restricciones.
MODBUS TCP/ IP	Es una variación o extensión del protocolo Modbus que permite utilizarlo sobre la capa de transporte TCP/IP.
MPLS	Multiprotocol Label Switching
PID	Proceso de Control de lazo cerrado, que permite regular una señal de salida según requerimientos de una señal de entrada de consigna o set point.
PITD	Plataforma Integral de Transmisión Digital
PLC	Controlador Lógico Programable (Programable Logic Controller)
PROCESO DE LLENADO	Conjunto de procedimientos para llenado de una estación.
PROFIBUS DP	Estándar de comunicaciones para bus de campo de alta velocidad.
RESERVORIO FUENTE	Es el reservorio que forma parte del proceso de llenado Reservorio Fuente-Reservorio Destino, que se abastece de agua proveniente del Reservorio Fuente.
RTU	Unidad de Terminación Remota (Remote Terminal Unit)
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos (Supervisory Control And Data Acquisition)
SCL	Sistema de Comunicación Local
SCP	Sistema de Comunicación Principal
SELECTOR GENERAL	Conmutador de tres posiciones ubicado en el frontis del tablero de fuerza, a través del cual se podrá escoger los modos de operación: Local/Remoto /Off de la estación de bombeo en general.
SELECTOR POR CARGA	Conmutador de tres posiciones ubicado en el frontis del tablero de fuerza.
SET POINT	Punto de referencia que establece el valor deseado de la variable a controlar, su valor se expresa en la misma unidad que la variable controlada



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 7 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

SNMP	Simple Network Management Protocol (Protocolo Simple de Administración de Red)
SO	Sistema Operativo
TDR	Términos de referencia
UTM	Universal Transverse Mercator
VFD	Variable Frequency Drive

**Tabla1: Terminología**

## 5. NORMAS Y ESTÁNDARES APLICABLES

El diseño y fabricación de los equipos involucrados en el sistema de comunicación e integración a los SCADA existentes, se ajustará a todos los estándares, normas y otros documentos de referencia mencionados que especifiquen el diseño y construcción, serán considerados como requerimientos mínimos, en caso de conflicto, el criterio más estricto o conservador prevalecerá; así mismo, la documentación del proyecto deberá estar de acuerdo con la nomenclatura y simbología de la norma ISA 5.1, sus actualizaciones 5.2 y 5.3 y todas las otras que deriven de ellas.

El suministro completo, incluyendo equipos, accesorios, materiales, fabricación, montaje e instalación, pruebas, condiciones de servicio, desempeño, seguridad y calidad, debe estar de acuerdo con los Organos Normativos y/o Normas y Reglamentaciones, en sus últimas versiones, a menos que se especifique lo contrario, el sistema de comunicación será diseñado y probado en cumplimiento con los requerimientos de la última edición de los siguientes:

- ANSI : American National Standards Institute
- ASTM : American Society for Testing and Materials.
- AISI : American Iron and Steel Institute
- DIN : Deutsches Institut für Normung
- IEC : International Electro-Technical Commission
- IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ISA : International Society of Automation
- ISO : International Organization for Standardization
- NEC : National Electric Code
- FM : Factory Mutual
- OSHA : Occupational Safety and Health Administration.
- NEMA : National Electrical Manufacturers Association.
- UL : Underwriters Laboratories Standards
- OSI : Open System Interconnection
- CNE-S : Código Nacional de Electricidad– Suministro (Perú)
- CNE-U : Código Nacional de Electricidad– Utilización (Perú)
- ITINTEC : Instituto de Investigación Tecnológica, Industrial y de Normas Técnicas. (En la actualidad bajo el INDECOPI)
- ITU-T : International Telecommunication Union- Telecomunicación
- ITU-R : International Telecommunication Union - Radio communication
- ETSI : European Telecommunications Standards Institute
- EPEAT : Electronic Product Environmental Assessment Tool

Considerar las siguientes Normas y Estándares Específicos:

- ISO 9001:2008: Criterios para la Gestión de la calidad
- ISO 10005: Criterios para la elaboración de planes de la calidad

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 8 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- Norma Técnica de Edificación G.050 "Seguridad durante la Construcción"
- IEC 61131-3 Estándar para el lenguaje de programación de los PLCs.
- CE directives low voltage and EMC according to IEC/EN 61131-2
- CSA 22-2 N° 142 (Canadian Standards Association).
- ISA 5.1: Simbología e identificaciones para instrumentación.

Considerar los siguientes Normas y Estándares Específicos para comunicaciones:

- FCC Part 15 – Class A.
- Norma EIA/TIA, específica los requisitos mínimos para cableado de telecomunicaciones.
- ISA 5.1
- IEC 61158-2 Digital data communications for measurement and control - fieldbus for use in industrial.
- IEC 61784-1 Digital data communications for measurement and control – Part 1: Profile sets for continuous and discrete manufacturing relative to fieldbus use in industrial control systems.
- IEC 61784-5 Industrial communication networks.
- IEC 61918 Industrial communication networks - Installation of communication networks in industrial premises.
- ITU-R Rec. F.557-4, "Availability Objective for Radio-Relay Systems", Geneva, 1997.
- ITU-R Rec. F.634-4, "Error Performance Objectives for Radio-Relay Links Forming Part of a High-Grade Circuit", Geneva, 1997.
- ITU-R Rec P.676-3, "Attenuation by Atmosphere Gases", Geneva, 1997.
- ITU-R Rec. P.836-1, "Surface Water Vapor Density", Geneva, 1997.
- ITU-R Rec. P.837-1, "Characteristics of Precipitation for Propagation Modeling", Geneva, 1997.
- ITU-R Rep. 338-6, "Propagation Data and Prediction Methods Required for Terrestrial Line-of-Sight Radio Relay Systems", Geneva, 1990.

### 5.1. Sistema de unidades

Las unidades de ingeniería usadas en hojas de datos de equipos y especificaciones estarán basadas en el sistema internacional de unidades (S.I.) de la ISO. En caso de diferencias entre códigos y/o normas de esta especificación, prevalecerá la más restrictiva.

### 5.2. Idioma

Se deberá elaborar todos los documentos, planos, señalizaciones e identificación de equipos en idioma español.

Otros documentos desarrollados originalmente en idioma de origen del fabricante, deberán entregarse en idioma español traducido por el fabricante o por un traductor oficial, y se entregaran ambos documentos, excepto los documentos de especificaciones técnicas o manuales del fabricante que podrán ser entregados en inglés.

## 6. REQUERIMIENTO TÉCNICO

El Sistema de Comunicaciones se realizará en base a las plataformas SCADA existentes en SEDAPAL, las cuales poseen sólidas capacidades de comunicación basada en una red MPLS con los centros de servicio. El contratista deberá realizar una topología de comunicación sólida, integrar las estaciones remotas a los SCADAs implementados en SEDAPAL la cual está basada en Estaciones de Operación con despliegues gráficos, generación de reportes e históricos.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 9 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

El Sistema de Supervisión deberá ser suministrado con todos los equipos, materiales y servicios necesarios a sus completas instalaciones y operaciones seguras y confiables. El contratista deberá garantizar el desempeño satisfactorio del equipo para las capacidades y condiciones de operación establecidas en esta especificación y las condiciones ambientales del lugar, todos los componentes deberán ser proyectados de modo a evitar que súbitas interrupciones en el suministro de energía eléctrica vengan a generar accidentes, daños o trastornos operacionales y con especial atención al fácil acceso para el mantenimiento y sustitución de partes o componentes defectuosos. Cargas esenciales e indispensables al proceso en caso de falta de energía eléctrica serán alimentadas por un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS).

El contratista deberá contar, para los servicios de pruebas FAT en sus dependencias y de Puesta en Marcha en el terreno, de todos aquellos elementos necesarios para este efecto. Así mismo deberá suministrar todos los ítems de hardware y software del sistema de comunicación y supervisión, realizar programación del sistema SCADA, configurar y certificar todas las redes de datos de control y supervisión, la red de comunicación entre las estaciones remotas, realizar el montaje de las redes, configurar los servidores de datos y brindar los entrenamientos respectivos.

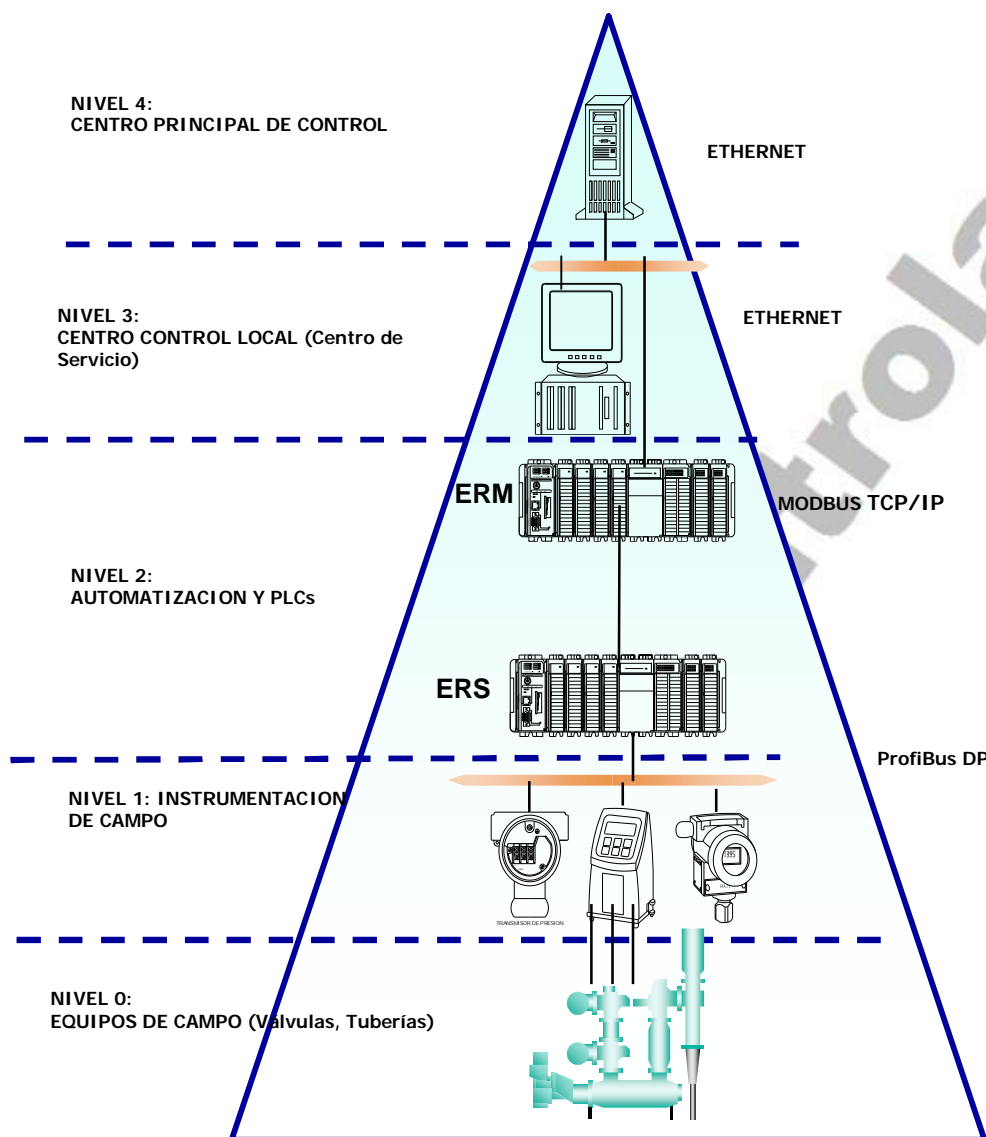
En la etapa de expediente técnico se elabora la ingeniería de detalle, para lo cual el presente capítulo será base para su diseño. Para la etapa de ejecución de obra se debe considerar el expediente técnico aprobado por SEDAPAL.

## **6.1. Generalidades**

### **6.1.1. Niveles de automatización**

El sistema SCADA de SEDAPAL está implementado en una estructura jerarquizada de Cinco Niveles y se presentan a continuación:

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	Código : GDIET004 Revisión : 00 Aprobado : JETIC Fecha : 2017.03.16 Página : 10 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	



**Figura 1: Niveles de Automatización**

**Nivel 0: Equipos de campo**

Está constituido por las válvulas, tuberías, motores, etc.

**Nivel 1: Instrumentación de campo**

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 11 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

Está constituido por los instrumentos que recogen información de las variables físicas, para su procesamiento. La instrumentación típica en las estaciones son: medidores de caudal, transmisores de nivel, transmisores de presión, panel grafica de operador, actuadores eléctricos, analizadores de red, arrancadores de estado sólido, variadores de velocidad y otros. El protocolo de comunicación principal a usar será Profibus DPV1.

#### **Nivel 2: Automatización y PLCs**

En este nivel se tiene a los PLCs de las ERM y ERS si corresponde a la arquitectura a implementar, los cuales intercambian información para la realización del control automático y secuencial de manera autónoma supervisando y controlando sobre los datos preparados de los niveles 1 y 0. Así mismo el protocolo de comunicación será a través de Modbus TCP/IP.

#### **Nivel 3: Centro control local**

Está conformado por los Centros de Control Zonal, ubicados en los Centros de Servicios, los mismos que efectúan el monitoreo de los parámetros hidráulicos y eléctricos de las ER de los Grupos Hidráulicos dentro de su área de responsabilidad (tele estados, tele alarmas y tele medidas).El protocolo de comunicaciones local, en el Centro de Control local será Ethernet.

#### **Nivel 4: Centro de control principal**

Está conformado por el Sistema SCADA del Centro de Control, el cual permite efectuar lo siguiente:

- Controlar la operación de los equipos en forma remota.
- Enviar set point (consignas) de operación de los equipos en forma remota.
- Monitorear los parámetros hidráulicos y eléctricos de las ER (tele estados, tele alarmas y tele medidas).
- Acceder en forma remota a los PLCs y/o Sensores de las ERs.
- El protocolo de comunicaciones local, en el Centro de Control Principal será Ethernet.

#### **6.1.2. Redundancia**

El contratista debe suministrar todo el equipo necesario a la ejecución de una redundancia de manera que se pueda alcanzar el nivel de confiabilidad y disponibilidad requerida al perfecto funcionamiento del sistema. Se considera redundancia a nivel del sistema de comunicación, es decir desde las estaciones maestras hasta el punto de conexión a la red MPLS, toda redundancia será tipo 1+1 o Mesh.

#### **6.1.3. Confiabilidad**

La confiabilidad de todo el Sistema no deberá ser menor al 99.95% y deberá ser evidenciado mediante un mecanismo de medición automático (informes quincenales) y validado 2 meses antes de la entrega del proyecto.

#### **6.1.4. Estandarización**

Para facilitar la adquisición, mantenimiento y existencia de piezas de repuesto, la estandarización debe ser adoptada siempre; en general, equipos que desempeñen la misma función deben ser del mismo modelo y fabricante en todas las estaciones remotas, el Sistema ofrecido utilizará los estándares de la industria al grado máximo posible.

#### **6.1.5. Escalabilidad**

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 12 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

El sistema propuesto por el contratista debe ser configurado de tal forma que permita hacer cambios y adiciones durante el curso del Proyecto, durante la etapa de comisionamiento y puesta en marcha, el procesamiento, comunicación y fuentes de poder deben ser calculados incluyendo la capacidad de reserva mínima de 20%.

#### **6.1.6. Obsolescencia tecnológica**

Se solicita al contratista incluir en su propuesta una declaración clara con respecto al tiempo mínimo de vigencia, actualización (upgrade) y modificaciones de equipamiento, piezas importantes del hardware, firmware y software que son ofrecidos y que son parte del Sistema, tener en cuenta la consideración que al momento de estar en el proceso de licitación el desfase tecnológico que se pueda producir por el tiempo de diseño y ejecución del proyecto, se debe ofertar y/o entregar a SEDAPAL los equipos de última generación sin que esto signifique coste adicional al proyecto. En la instancia en donde el fabricante está en proceso de producir un nuevo producto de hardware, firmware o software que estarán disponibles dentro de un año después de la puesta en marcha, el contratista debe indicarlo a SEDAPAL, tales productos deben ser compatibles con el Sistema propuesto.

Para todos los equipos ofrecidos se solicita al contratista incluir en su propuesta una declaración sobre el periodo mínimo durante el cual, serán soportados en repuestos y servicio, el contratista debe presentar cartas de los fabricantes, en la cual garantizan el ciclo de vida del producto por un periodo mínimo de 5 años desde la fecha de la orden de compra. Así mismo se debe suministrar la última versión del software utilizado para la puesta en marcha y deberá ser la última versión lanzada por el fabricante.

#### **6.1.7. Arquitectura del sistema**

El Sistema de Control estará soportado sobre un Sistema SCADA, con capacidades de comunicación e interconexión con otros controladores para el desarrollo de todas las secuencias de operación, control y supervisión, los controladores de los equipos e instrumentos de las Estaciones Remotas pueden funcionar de modo independiente en caso de que la red del Sistema de Comunicación sea interrumpida y serán interconectados entre sí y al sistema de supervisión ubicados en las Centro de Control Principal a través de red de comunicación (SCP y SCL) y deben ser para una aplicación de control de procesos y funciones de lógica digital.

#### **6.1.8. Hardware**

Para la implementación de la arquitectura de comunicación e integración SCADA hay requerimientos de equipamiento mínimo que es necesario suministrar, como:

- Servidores, Estaciones de trabajo (ingeniería, mantenimiento y operación) y periféricos (en lo que sea aplicable).
- Radios, Switches y demás dispositivos de red (cables, conectores, fuentes, etc.) exclusivos de los sistemas de control, supervisión y comunicaciones.
- Tableros de los Sistemas de Comunicaciones.

#### **6.1.9. Software**

Todos los que se requieran para el desarrollo de todas las aplicaciones que se implementen en la comunicación de los procesos involucrados en el proyecto, como:

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 13 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- Software para desarrollo, configuración y establecimiento de toda la plataforma del SCADA.
- Software para desarrollo, configuración y operación del Sistema de Supervisión y Operación.
- Software para comunicación OPC.
- Software de diagnóstico y monitoreo de redes de comunicación Ethernet TCP/IP por protocolo SNMP.

Todos los instaladores de Software y su documentación de licenciamiento serán a nombre de SEDAPAL, el licenciamiento deberá incluir la totalidad de los instrumentos y componentes proporcionados por el contratista y también deberá incluir lo que se instale en los centros de control como lo que se necesitara en las labores de campo por los técnicos.

#### **6.1.10. Configuración y programación**

La programación del sistema SCADA se deberá realizar en un ambiente de desarrollo.

La estación de Ingeniería debe ser capaz de realizar todas las tareas de configuración y programación para cada componente o función del Sistema. Esta estación debe ser capaz de realizar lo indicado mientras esté conectada a la Red de Control de Proceso. La configuración y programación deben estar disponibles en modos 'en línea' (on-line) y 'fuera de línea' (off-line).

Funciones de programación, configuración y diagnóstico de todos los equipos suministrados por el contratista y de los equipos de la ER tales como analizadores de redes, variadores de frecuencia (VFD), entre otros; deben ser desarrollados desde las estaciones de operación como parte del software de visualización (despliegues); otros dispositivos que llegarán a ser parte del Sistema de Control deben ser configurados utilizando las estaciones de operación, el Sistema debe ser homogéneo con integración total y eficiente entre todos los niveles del Sistema de Supervisión y Control, cualquier cambio, modificación u alteración de la configuración o programa debe ser registrado y almacenado mediante login de usuario.

#### **6.1.11. Suministro de energía eléctrica**

La alimentación eléctrica para el Sistema de Control y Comunicaciones será de 24 Vdc ( $\pm 1\%$ ).

El contratista debe indicar el consumo de energía eléctrica (Watts) para cada armario o componente suministrado.

#### **6.1.12. Sistema de puesta a tierra**

El Contratista deberá diseñar y proporcionar un sistema de puesta a tierra sustentado en una memoria de cálculo incluyendo detalles de las instalaciones y procedimientos aplicables, para lo cual deberá considerar los siguientes requisitos mínimos:

- Todos los equipos del Sistema de Comunicaciones serán conectados a una malla de tierra independiente al sistema de puesta a tierra de control con una resistencia de tierra menor a 5 Ohm.
- Debe ser libre de mantenimiento e independiente del terreno.
- Tener una garantía mínima de funcionamiento de 05 años, después de la recepción de obra.

### **6.2. Tableros**

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 14 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

Todos los tableros deberán tener una capacidad mínima de reserva de 20% en espacio libre para instalación futura de nuevos equipamientos y para el dimensionamiento de la máxima demanda, así como toda instalación de todo el equipamiento será sobre la placa base; además deberán contar con sistema de iluminación interna industrial tipo LED y con sensor de apertura de puerta, enviando dichas señales al PLC.

## **6.2.1. Consideraciones generales**

### **6.2.1.1. Tablero poliéster**

- Los tableros serán de Poliéster reforzado con fibras de vidrio o termoplástico co-inyectado, tipo mural para uso interior con grado de protección IP-66 (NEMA 4X), IK10, moldeado por compresión en caliente, de color gris RAL 7032, resistente a los impactos mecánicos externos, a altas temperaturas, a rayos UV y ambiente salinos o altamente agresivo.
- Todos los tableros deben presentar sus certificaciones internacionales UL, CE.
- El tablero será de tipo frente muerto. El acceso al tablero será frontal mediante puerta de una hoja y será del mismo material del tablero, debiéndose fijar al tablero mediante bisagras de poliamida que permita su apertura hasta un ángulo de 180°. Además deberá contar con un sistema de cierre con manija para uso con llave, las puertas estarán provistas de empaquetaduras en todo su perímetro de modo de garantizar el grado de hermeticidad indicado en esta especificación.
- Las dimensiones de las cajas serán las recomendadas por el fabricante, debiendo tener un espacio libre para el alojamiento de los conductores de por lo menos 10 cm. en los cuatro costados, para facilitar el alambrado en ángulo recto. La acometida de los cables de señales y alimentación eléctrica será por la parte inferior.
- Todos los componentes se unen entre sí, utilizando tornillo del tipo libre de mantenimiento autoroscantes.
- Todos los equipos así como las conexiones deberán ser accesibles y desmontables solamente desde el frente de tal forma de poder montar el tablero contra la pared, además los tableros no tendrán protuberancias ni bordes peligrosos.
- La parte posterior de la puerta tendrá previsto porta planos para los diagramas correspondientes.
- La parte inferior para el ingreso de cables tendrán calados precisos y exclusivos, y con el fin de mantener el grado de hermeticidad.
- Las partes energizadas contarán con cubierta de protección para contactos no deseados.

### **6.2.1.2. Cableado**

- El cableado interno de control será de cobre flexible, 90°C, unipolar, resistente a la humedad y con aislamiento retardante a la flama, todo el cableado de control será de 2.5 mm<sup>2</sup> como mínimo, clase 600 V.
- El cableado interno de fuerza será con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), clase 5, 90°C, clase 1000 V, calibre mínimo de 4 mm<sup>2</sup>.
- Se usarán bloques de terminales seccionables de tal manera que sea innecesario desconectar los cables de control de campo.
- Todos los cables internos al tablero deberán ser identificados en ambas extremidades, indicando el punto de conexión y el destino del mismo y estará completamente identificado con sus respectivas etiquetas o mangas termocontraíbles impresas, que mostrarán el correspondiente código (TAG). La numeración de los conductores estará de acuerdo a los planos de interconexión del fabricante.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 15 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- e. Todo cableado de control será debidamente agrupado y fijado mediante cintillos de nylon, debiendo conectarse mediante terminales aislados adecuados a los bloques terminales o a los dispositivos instalados en el tablero. El cableado hacia el exterior deberá terminar en bloques de borneras terminales debidamente identificadas.
- f. Todo el cableado deberá tener terminales para prensar y ser prensado con herramientas apropiadas. Todos los circuitos de control interno, alimentación auxiliar y circuitos de protección y de alarma serán completamente cableados por el contratista.
- g. El encaminamiento del cableado interno al tablero deberá ser hecho a través de canaletas en PVC rígido, con recortes laterales y tapa. Las canaletas deberán ser dimensionadas con previsión del 30% como mínimo para futura expansión.
- h. Todos los cables de las señales, alimentación de los dispositivos y/o elementos de campo hacia el tablero de control SCADA, deberán llegar directo (un solo tramo), sin empalmes o utilizar cables múltipares para derivaciones.

#### **6.2.1.3. Bloques de bornera**

- a. Todo cableado para conexiones externas saldrán hacia terminales individuales sobre bloques de borneras rápidamente accesibles y deben ser apropiados para soportar los cables que irán a sostener y soportar los efectos térmicos y mecánicos de la corriente de cortocircuito, sin dañarse.
- b. Los bloques de bornes serán montados en un arreglo de plataforma simple.
- c. Se debe proporcionar por lo menos 20% de terminales de reserva. Todo el cableado estará completamente identificado con sus respectivas etiquetas o mangas termocontraíbles impresas, que mostrarán el correspondiente TAG indicado en los planos
- d. El TAG de los conductores estará de acuerdo a los planos de interconexión del proyecto y deberá seguir la misma numeración del bloque y borne terminal en el cual es conectado.
- e. Deberán ser utilizados terminales en todas las puntas de los cables.
- f. Los bornes. Deben permitir el uso de cableado de dimensión hasta 2,5 mm<sup>2</sup> y poseer clase de aislamiento de 600 V.
- g. Las regletas de bornes deben ser suministradas con terminales interconectados por medio de barra de puentes (jumper).

#### **6.2.1.4. Nivel de tensión**

Los tableros contemplarán las siguientes características eléctricas:

- a. Comunicaciones:
  - 24 Vdc. Para equipos de comunicación.

#### **6.2.1.5. Identificación**

Sobre la tapa del tablero deberá instalarse una identificación principal de lamicoid con letra arial de color blanco en fondo negro, fijado en sitio visible conteniendo la siguiente información:

- TAG del tablero.
- Descripción técnica.
- Sitio de instalación.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 16 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

### 6.2.2. Tablero de telemetría (TT)

Los tableros del Sistema de Telemetría tendrán puertas frontales con manillas bloqueables (con llave), serán tipo mural de Poliéster y con placa desmontable en la cual los equipos y/o accesorios serán instalados, tomando como referencia los indicados por el fabricante y planos de la ingeniería de detalle.

Todos los cables de las radios, señales, alimentación de los dispositivos y/o elementos de campo hacia el tablero de telemetría, deberán llegar directo (un solo tramo), sin empalmes o utilizar cables múltiples para derivaciones, las entradas y salidas serán hechas por la parte inferior del panel.

Los componentes internos del tablero estarán básicamente conformado por:

- Equipo de comunicación radio modem
- Equipo de comunicación Switch Ethernet administrable

Accesorios:

- Llave termomagnético en DC
- Arrestor contra descargas atmosféricas para UHF
- Arrestor para la línea Ethernet
- Barra a tierra y aisladores
- Borneras de interconexión
- Borneras portafusiles
- PachtCord apantallado categoría 5E (armado de fábrica para interconexión de equipos)
- Pigtail (armado de fábrica para interconexión radio modem – Arrestor)
- Sistema de ventilación interna, que constara de dos ductos, de entrada y salida de aire, con sus respectivos filtros, rejillas y ventiladores (inyector y extractor).
- Resistencia de calefacción de 100 W, como mínimo, con higróstico incluido.

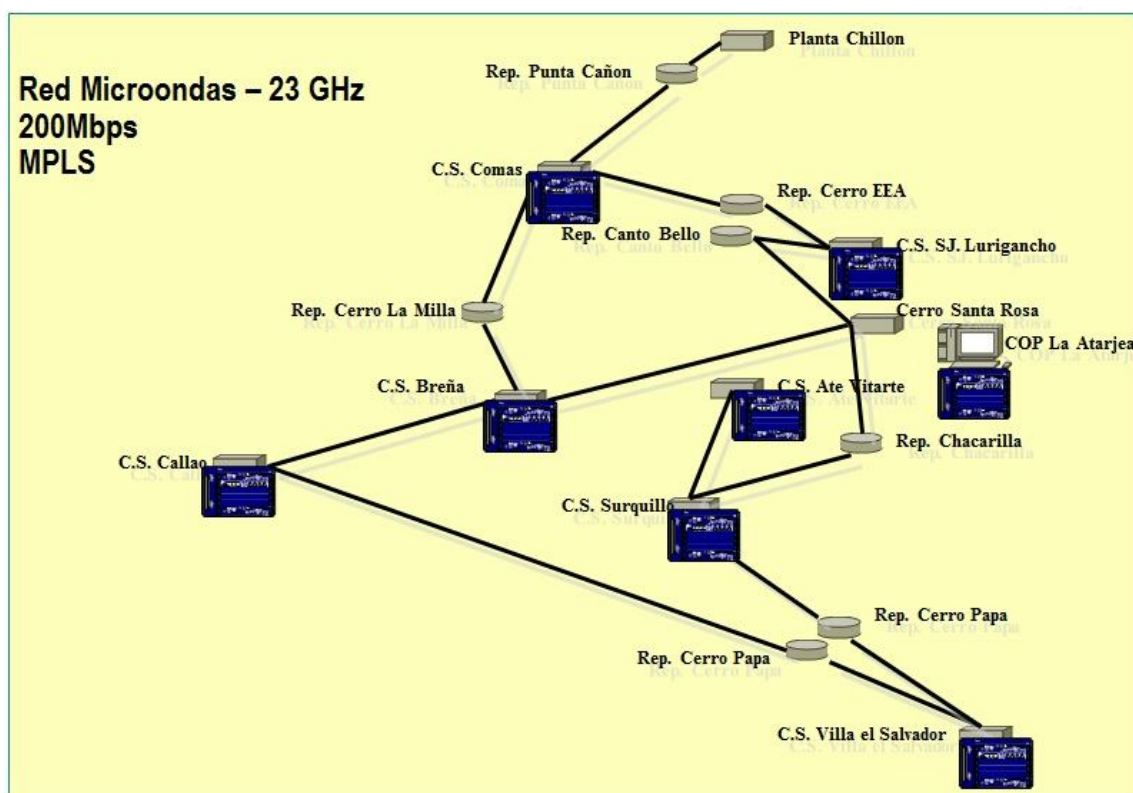
## 6.3. Comunicaciones

### 6.3.1. Descripción general

La Red de Control de Procesos para la comunicación entre controladores y entre el (los) servidor(es) debe ser de uso estándar. Una Red de protocolo TCP/IP basado en el estándar IEEE 802.3 es la seleccionada.

El Sistema de Comunicaciones de la red de Telemetría utiliza una infraestructura propia de red Microondas en la banda licenciada de 23 GHz usando tecnología MPLS (200 Mbps) las mismas que están interconectadas con todos los centros de Servicios de SEDAPAL a través de una topología anillo; los nuevos esquemas se integrarán a la nueva Red de SEDAPAL de acuerdo a las consideraciones técnicas del proyecto, pero para su integración deberán considerarse los equipamientos descritos en la presente especificación técnica.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	Código : GDIET004 Revisión : 00 Aprobado : JETIC Fecha : 2017.03.16 Página : 17 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	



**Figura 2: Red Microondas 23 GHz**

### 6.3.2. Sistema de comunicación principal (SCP)

Se usará la infraestructura de la Red Principal de SEDAPAL (Sites), en donde se implementarán radios ethernet en banda licenciada para la comunicación de los nuevos esquemas de los Sistemas de Telemetría del SCADA; para la conexión hacia un Centro de Servicio deberá tener en cuenta la línea de vista directa o a través de los repetidores necesarios hasta llegar a uno de los puntos que integran la Red Principal de SEDAPAL.

Se cuenta con una red MPLS y Ethernet, en los equipos de comunicación principal en los diferentes Centros de Servicios (Callao, Comas, Breña, Villa El Salvador, Ate Vitarte, San Juan de Lurigancho y Surquillo) para realizar la conexión, los equipos o interfaces necesarias para la integración deberán ser suministrados por el contratista. Los equipos que se deben suministrar y que se integrarían al equipamiento existente de la Red de Comunicaciones en sus diferentes puntos son, a través de radios ethernet en la banda licenciada, cual es responsabilidad del contratista.

- Una interfaz Ethernet al Switch MPLS existente, para la conexión directa a la red MPLS.
- Dos Switches LAN capa 3 administrables con licencia ilimitada de uso capa 3, de 24 puertos cada uno.
- Una Radio Ethernet en banda licenciada y/o enlace microondas en banda licenciada.

Tomar en referencia las características técnicas del **Anexo A Fichas Técnicas**.

La integración de estos equipos a la Red Principal es responsabilidad del contratista y deberá ser revisada y aprobada por SEDAPAL.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 18 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

En la etapa de diseño, el consultor y/o Contratista evaluará, seleccionara el esquema de comunicación que aplicara en su diseño.

Los esquemas de comunicación a crear en campo dependerá de varios factores, entre ellos, hidráulicos, geográficos entre otros; basado en un Estudio de Ingeniería y de Radio Propagación real que permita una adecuada transmisión entre cada estación, tomando en cuenta que se debe emplear Radios Ethernet industriales en banda licenciada y/o Microondas. El esquema de comunicación a implementar debe ser mediante enlaces en bandas licenciadas (con todas las consideraciones de redundancia e infraestructura); se deberá tomar en cuenta los niveles necesarios de seguridad y disponibilidad, garantizando una confiabilidad mensual no menor al 99.95% en todo el esquema a implementar.

Se pone en consideración que SEDAPAL viene utilizando la banda licenciada de 400 MHz para las comunicaciones entre estaciones maestras y estaciones remotas; y la banda de 23 GHz para sus enlaces de microondas.

La comunicación local de todas las estaciones remotas, será la banda licenciada aprobada en el proyecto, con las redundancias correspondientes al diseño de la topología, las comunicaciones principales entre las estaciones maestras, cabeceras y los sites de sedapal serán en la banda de microondas, el cual deberá contemplar los niveles de redundancia requeridos del procedimiento.

Las estaciones a considerar enlaces microondas deberán contar con un cuarto de comunicaciones independiente, con todas las consideraciones técnicas de la ITU, y contener todos los componentes de diseño de los enlaces microondas. Este de cuarto de comunicaciones deberán contar con los siguientes servicios auxiliares: aire acondicionado, sistema contra incendios, sistema UPS con autonomía de 8 horas. Además deberá contar con torres autosoportadas.

El consultor y/o contratista también deberá tomar en cuenta dentro de su presupuesto todos los costos involucrados, relacionados exclusivamente al transporte de información local y su administración remota hasta la conectividad a la red de comunicaciones, se deberá realizar un diseño redundante para todo el esquema usando enlaces redundantes 1+1 o un arreglo del tipo malla (Respetando los lineamientos del MTC) o como mínimo hasta las cabeceras de los grupos hídricos principales.

El contratista deberá asumir todos los costos que se generen por el uso de la banda licenciada, así como los pagos del CANON, que se requieran hasta la entrega de Obra.

### 6.3.3. Infraestructura de comunicaciones

#### a. Cable coaxial

Los cables a emplear son exclusivamente los coaxiales de 50 ohmios de baja pérdida, que será instalado del Gabinete de comunicación hacia su respectiva antena, tomando como referencia lo indicado en los planos de ingeniería.

- Para conectar el trasmisor a la antena; considerar los cables tipo LMR-400 o mejor.
- Para la conexión en el interior del tablero de comunicaciones, emplear cables promedio 1-2 mts de longitud del tipo flexible.
- Para la conexión del tablero de comunicaciones hacia la antena, el cable será del tipo rígido.

Pruebas en la línea de transmisión:

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 19 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- Medición del SWR (ROE).
- Medición de las pérdidas en el cable coaxial.
- Los resultados tienen que estar reflejados en un informe, el cual es aprobado por SEDAPAL y ser comparado con la ficha técnica de los cables.
- No se aceptara valores que estén fuera del rango determinado por el fabricante y/o detallados en la memoria de cálculo enviado por el contratista, este deberá ser aprobado en el expediente técnico.

#### b. Antena de comunicación

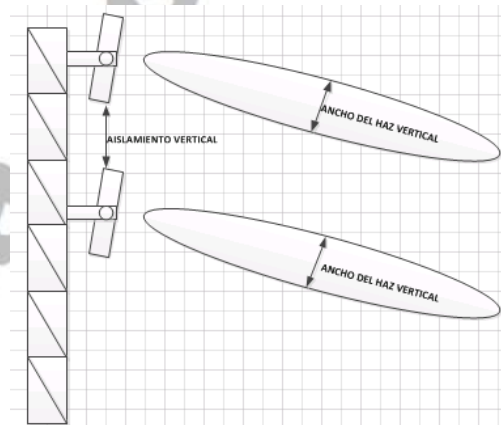
Las antenas a utilizar para este proyecto serán de fabricantes reconocidos, el contratista a cargo será el responsable de enviar los datos técnicos de las antenas a utilizar, conteniendo como mínimo la siguiente información:

- Ganancia de antena
- Diagrama o patrón de radiación
- Ancho del Haz
- Impedancia de entrada
- Polarización

Cuando se instalen más de una antena en una torre, a fin de mantener un aislamiento en antena y evitar la interferencia en las mismas, el contratista deberá considera lo siguiente:

##### b.1. Aislamiento vertical:

Considerar una distancia de separación vertical entre antenas el valor de  $5 \lambda$ .



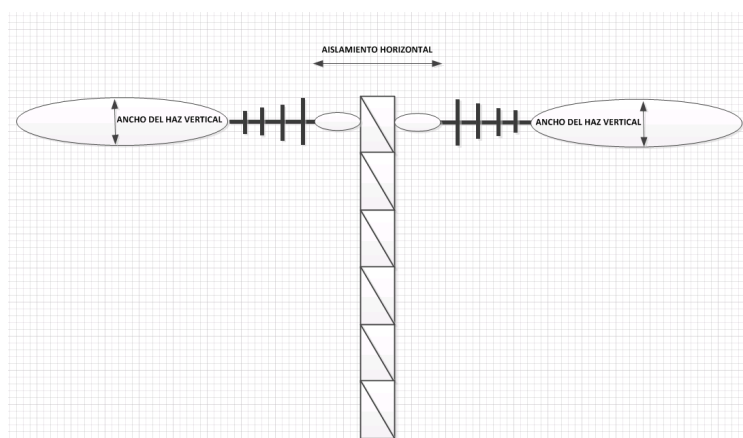
**Figura 3: Antena en Aislamiento vertical**

##### b.2. Aislamiento horizontal:

Si va a poner algunas antenas en el mismo nivel horizontal, considere instalar antenas con una relación adelante/atrás (F / B) alta para minimizar la interferencia.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 20 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	



**Figura 4: Antena en Aislamiento horizontal**

#### **6.3.4. Red de telecomunicaciones**

Toda infraestructura de torres de la Red Principal de Telecomunicaciones y de las estaciones remotas y/o repetidoras en sus diferentes ubicaciones se puede utilizar solo como punto de repetición, el proyecto debe contemplar sus propias infraestructuras de comunicaciones. El punto final de recepción será para cada proyecto el site que se defina en el estudio de Radiopropagación, para lo cual se deberá suministrar una interfaz y licencia para el Switch MPLS, el cual será de iguales características que las planteadas en las especificaciones técnicas.

#### **6.3.5. Funcionalidades de la red de telecomunicaciones**

Cada Punto de la red principal las cuales son considerados puntos principales puede servir como un punto maestro que reciba una cantidad determinada de estaciones.

El sistema de comunicación a implementarse deberá tener la capacidad principal de transmitir datos desde cada una de las estaciones remotas, evaluando los siguientes parámetros:

##### **a. Enlace**

Para obtener un enlace en condiciones óptimas, se evaluarán los siguientes parámetros:

- Pérdida en el espacio libre.
- Potencia de recepción.
- Margen de desvanecimiento.
- Atenuación por lluvia y otros.
- Relación señal/ruido.
- BER (Bit Error Rate).

Los resultados de estas pruebas deberán estar dentro de los parámetros de operación recomendados por el fabricante y sustentados en el estudio de Radiopropagación.

##### **b. Zona de fresnel**

Para los enlaces del proyecto, además de contar con línea de vista, el contratista presentará la posición geográfica de las estaciones, con sus coordenadas sexagesimales, coordenadas UTM y las alturas respectivas con un plano del perfil geográfico de las estaciones a enlazar, garantizando una zona de fresnel 100% libre de obstáculos.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 21 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

Los cálculos deben realizarse con un software licenciado, y no será permitido el uso de google map.



**Figura 5: Calculo de Radio Fresnel**

#### **6.3.6. Sistema de comunicación local (SCL)**

El sistema de comunicación local entre los PLCs de una ERM y varias ERS de cada esquema hidráulico será en forma inalámbrica, con equipos de Radio Módem Industrial en banda licenciada de acuerdo a la normativa vigente estipulada por el MTC. Los enlaces deberán ser dimensionados para garantizar el tráfico de información de telemetría, gestión de activos y gestión de monitoreo.

#### **6.3.7. Protocolos de comunicación**

El protocolo a nivel de enlace de datos será Ethernet o Fast Ethernet, el protocolo para el monitoreo de radio será el SNMP (Protocolo simple de administración de red) que nos permitirá el intercambio de información de administración remota entre los diferentes dispositivos de la red.

#### **6.3.8. Estudios de comunicaciones**

Para todos los Sistemas de Comunicación (sean estos Principal y Local) se deberá elaborar un estudio de ingeniería de Radiopropagación que permita demostrar y garantizar el adecuado funcionamiento de los enlaces de todas las estaciones remotas involucradas en el proyecto, debiendo contener como mínimo:

- Diagnóstico del área o áreas a interconectar.
- Evaluación de cotas y ubicación geográfica.
- Elaboración de los perfiles geográficos de los enlaces a implementar.
- Cálculos de radioenlace, en enlaces con línea de vista, cálculos de difracción y frentes de fresnel en zonas con obstáculos o uso de repetidoras.
- Azimut.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 22 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- f. Evaluación de los equipos de comunicaciones y accesorios que se ajustan al diseño.
- g. El criterio de diseño para el Margen de desvanecimiento del enlace (conocido como fademargin), debe ser superior a 30dB para enlaces menores a 5Km y el margen de desvanecimiento debe ser superior a 25dB para enlaces superiores a 5Km.
- h. Pruebas de campo, mediante el uso de instrumental electrónico de radiofrecuencia para evaluar el grado de cumplimiento y operatividad de los equipos recomendados y frecuencias. El análisis de espectro en expediente técnico no deberá ser menor a 1 día (24x1) para estaciones maestras y estaciones remotas existentes, y no deberá ser menor a 8 horas (8x1) para estaciones proyectadas.  
Para la etapa de ejecución de obra no deberá ser menor a 3 días (24x3) para estaciones maestras/cabeceras existentes y no deberá ser menor a 3 días de 8 horas (8x3) para estaciones maestras proyectadas. Además no deberá ser menor a 1 día (24x1) para estaciones remotas existentes y no deberá ser menor a 1 día de 8 horas (8x1) para estaciones remotas proyectadas. Las recomendaciones de ejecución y horarios se realizarán con los especialistas de SEDAPAL.
- i. Evaluación de agentes externos aledaños a la zona de influencia, que puedan generar ruidos, interferencias (subestaciones, líneas de alta tensión y ruido industrial) y atenuación de la señal de radiofrecuencia.
- j. En ningún caso son válidos la presentación de cálculos basados en Google Earth, el software a usar deberá ser licenciado.
- k. Se debe considerar en el Estudio de Radiopropagación un crecimiento demográfico proyectado de los 5 a 10 años.
- l. Se debe realizar el análisis de tráfico estimando el ancho de banda a utilizar con todas la variables de proceso de la estación remota, así como la gestión de activos, programación remota y la gestión de monitoreo de comunicaciones, y medido por medio de un software.
- m. Medir el comportamiento en RF de la señal, throughput (efectivo) y latencia del enlace, y medido por medio de un software.
- n. Pruebas de medición de tráfico de toda la data requerida en el proyecto Realizar las pruebas del Bit Error Rate (BER) por enlace de comunicación, con equipo analizador BER.
- o. Se debe presentar el certificado de calibración y homologación (no debe exceder de 1 año) del fabricante del equipamiento de medición espectral.
- p. El personal que vaya desarrollar el análisis de espectro debe estar debidamente certificado por el fabricante (presentar documentación).

Cualquier cambio y/o precisión en el desarrollo propio del estudio, no significará ningún costo para SEDAPAL y será asumido por el contratista.

#### **Equipamiento para el estudio de comunicaciones:**

Se presentara el estudio de ingeniería indicado, con las pruebas y detalle de los equipos de campo utilizados, para su evaluación y aprobación a SEDAPAL. La instrumentación a utilizar debe ser debidamente certificada por una entidad autorizada.

#### **6.3.9. Consideraciones adicionales**

- a. Los equipos de comunicaciones considerados en la red de distribución de agua deben ser totalmente independientes a los de los sistemas de alcantarillado, utilizando radio enlaces independientes para cada servicio, respetando las consideraciones técnicas del presente procedimiento.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 23 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- b. El montaje de los tableros para los sistemas de comunicaciones en todas la estaciones remotas, repetidoras y Site consideradas en el proyecto, deberán contemplar una certificación del montaje e instalación por parte del proveedor de las radios para garantizar un correcto funcionamiento y evitar las pérdidas de una mala instalación.

#### **6.4. Supervisión, control y adquisición de datos (SCADA)**

##### **6.4.1. Alcance general**

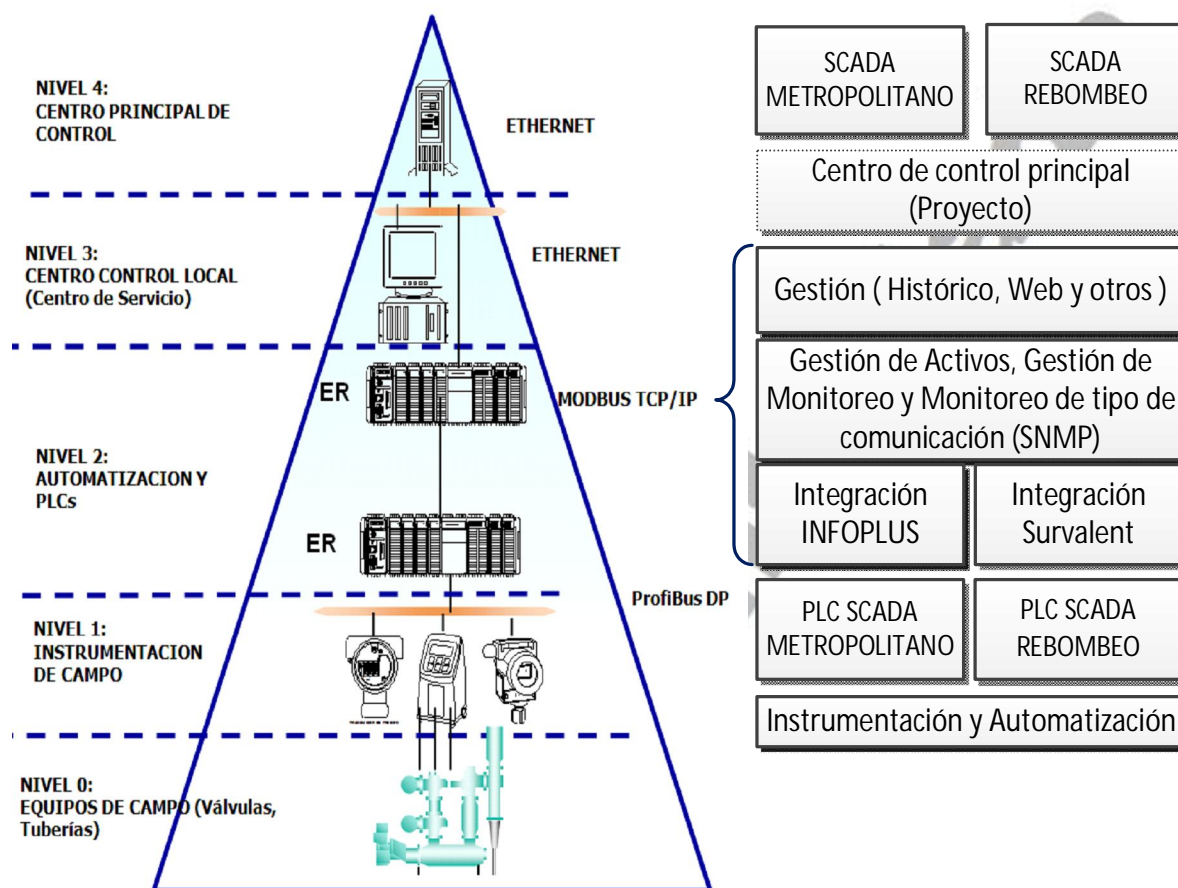
El sistema de automatización a implementar está orientado a la operación y control a distancia de todos los equipos de la red hidráulica y a la operación y control de las Estaciones Remotas (ER) de los proyectos a desarrollar, respecto de la integración de las ER sobre los sistemas SCADA se debe tener en cuenta:

Actualmente se tienen contemplados dos (02) SCADAs:

- a. SCADA para sistemas de distribución de agua potable por GRAVEDAD y administradas por el EDP al sistema SCADA Infoplus21 V7.1 y/o Infoplus21 V7.3 de AspenTech existente, el cual en adelante denominaremos SCADA METROPOLITANO.
- b. SCADA para sistemas de distribución de agua potable por REBOMBEO y administradas por el EOMASBA al sistema SCADA Survalent Versión 1.15.0519 existente, el cual en adelante denominaremos SCADA REBOMBEO.

Los niveles de automatización por cada esquema se presentan en la siguiente figura:

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	Código : GDIET004 Revisión : 00 Aprobado : JETIC Fecha : 2017.03.16 Página : 24 de 57
	Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas	



**Figura 6: Niveles de Automatización**

En el caso de estaciones remotas que controlen la distribución de agua potable, se deberán integrar al SCADA METROPOLITANO o al SCADA de REBOMBEO actualmente existentes, implementando los cambios necesarios para el cumplimiento de todos los requerimientos mínimos de software, hardware y comunicaciones definidos en este documento; el contratista, efectuará al 100% el diseño, suministro, instalación, integración, pruebas, puesta en servicio de las ERs contempladas en el proyecto. Para la integración de las ERs se debe considerar como mínimo los siguientes pasos:

**a. Verificación de la conectividad entre el CC y ERM, ERS**

Desde el Centro de Control, Servidores SCADA y Estaciones de Operación/Desarrollo se verificará la conectividad de señales hacia los equipos instalados en campo: PLC, equipos e instrumentos.

El intercambio de datos del proceso entre el SCADA y las Estaciones Remotas será mediante protocolo Modbus TCP/IP, en el SCADA METROPOLITANO se usa un servidor OPC.

**b. Creación de líneas de comunicación**

El desarrollador del sistema SCADA deberá crear las líneas de comunicación así como su configuración correspondiente, dependiendo del tipo de comunicación de las ER del Grupo Hidráulico.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 25 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

**c. Creación de interfaz grafica**

El desarrollador del sistema SCADA creara la interfaz gráfica tomando como referencia las plantillas del SCADA existente, para ello deberá crearse entidades graficas en los siguientes niveles:

- Nivel Mapa Geográfico (Centro de Servicio, Distrito).
- Nivel Grupo Hidráulico
- Nivel Estaciones Remotas
- Esquema de Comunicaciones
- Vista de Alarmas
- Vista de Eventos

El proceso de integración de las nuevas ERs debe ser ONLINE, sin detener los servidores, para no perjudicar a los usuarios.

La Interfaz gráfica de usuarios (GUI) y el reconocimiento de alarmas se deberá desarrollar manteniendo el estándar de cada uno de los sistemas SCADA existentes, estas pantallas deberán ser aprobadas por SEDAPAL. Se deberá realizar la actualización de las pantallas GUI en todas las estaciones usuarias del sistema.

**d. Base de datos de tiempo real**

En el desarrollador de la base de datos SCADA se crearán los registros necesarios para que almacene la información histórica correspondiente a las nuevas ER que se incorporarán. Se deberá conservar la estructura actual.

**e. Base de datos histórica relacional**

Luego de efectuado los puntos anteriores, se utilizaran las herramientas existentes para agregar la base de datos de Tiempo Real a la Base de datos histórica. Se seleccionarán del total de puntos de cada estación aquellos que tendrán información histórica.

Además se deberán integrar la data antigua de la estación con la nueva data, con el objetivo de que los reportes sean transparentes a la mejora realizada.

**f. Aplicativos de reportes y curvas de tendencia**

Se realizarán las configuraciones necesarias para que el aplicativo de reportes y curvas de tendencia contenga las variables hidráulicas, eléctricas y de comunicaciones, así como las señales digitales de las ER implementadas, incluyéndose reportes, resúmenes, los cuales serán coordinadas con el área usuaria y el ETIC; deberán mantener los modelos ya existentes si lo requiere el área usuaria crear nuevos reportes y/o formulas adicionales.

Se deberá implementar, vía aplicativo o software, la emisión de reportes con la opción de exportación de los datos hacia archivos del tipo xls, html, csv y txt como mínimo, el modelo de los reportes deberá ser aprobado por personal del área usuaria del sistema y el ETIC.

**g. Servidor web**

El servidor web deberá permitir la visualización de la interfaz gráfica, generación de reportes, curvas de tendencia, y visualización de alarmas de las ERs implementadas, el cual deberá ser desarrollado por el integrador siguiendo los lineamientos proporcionados por el área usuaria y el ETIC.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 26 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

#### **h. Integración SNMP**

El CONTRATISTA deberá realizar la configuración de los parámetros SNMP de las radios en el sistema SCADA, para lo cual deberán crear el control panel que tendrán la siguiente información:

- Lectura de los parámetros de comunicación RSSI
- Canal de operación
- Temperatura de operación
- Voltaje de operación

Completada la configuración, se deberá validar el nivel RSSI en el reporteador.

#### **Consideraciones:**

- Tener en cuenta la nomenclatura de los TAGs que se ha codificado utilizando 08 caracteres según código de Equipo o Instrumento, Numero de Equipo y Número de Señal, revisar la lista de señales.
- La programación de las pantallas, objetos de base de datos, software del sistema y de los PLCs no deberán contener alguna codificación encriptado, en la cabecera de cada módulo de programación deberá incluir comentarios del código de programación indicando el proceso y sus variables de entrada y salida.
- Se deberá entregar a SEDAPAL los programas fuentes de los PLCs, pantallas de GUI, aplicativo de Reportes y todo programa desarrollado para el proyecto con la última versión actualizada.
- Se deberá entregar a SEDAPAL los instaladores originales y licencias del software de programación de PLCs, software SCADA y demás software utilizados en el proyecto, estas licencias deberán ser corporativas a nombre de SEDAPAL; las licencias mínimas a suministrar serán 1 por cada equipo de cómputo a suministrar, con actualización vigente de 5 años.
- Las estaciones de ingeniería de desarrollo que estarán instaladas en el COP La Atarjea, la conectividad de la estación y la edición de las pantallas de Interfaz gráfica de usuarios (GUI), será responsabilidad del contratista.
- Se deberá garantizar un sistema de seguridad, mediante la implementación de un Firewall, este deberá ser un firewall por hardware y no deberá instalarse algún software del tipo firewall.
- Se deberá utilizar su propio hardware y software licenciado para el desarrollo de los sistemas SCADA.
- Para el caso de la estación de ingeniería de desarrollo, deberá contar con software antivirus instalado y actualizado.
- El servidor de desarrollo será designado por el Equipo de trabajo de SEDAPAL del proyecto en ejecución.
- En el caso de software ya existente en SEDAPAL, como el software de los SCADAs, el contratista deberá incluir el licenciamiento por cada ER a incorporar en el software, como las TAGs de configuración de variables.
- El personal de la empresa deberá estar certificado en cada producto de software especializado que utilice durante el proyecto, sean SCADA, programación PLC u otro.

#### **6.4.2. Requerimiento para hardware nuevo**

En caso de implementar nuevo equipamiento para el sistema SCADA debido a que la repotenciación de los actuales servidores no sea técnicamente viable, se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 27 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- El Hardware deberá ser nuevo y de tecnología actual.
- Las características del Hardware deberá ser de acuerdo al expediente técnico aprobado por SEDAPAL.
- La configuración e interconexión con el equipamiento en operación, será responsabilidad del contratista.
- El equipamiento deberá estar configurado para mantener almacenada la información histórica como mínimo 5 años de operación.
- Cada servidor debe contar con una configuración RAID 1 para el sistema operativo con una capacidad mínima de 146 GB con disco SATA; y una configuración RAID 5 para almacenamiento de datos con una capacidad mínima de 600 GB, en discos SSD o SAS, en storage externo preferiblemente.
- La configuración de los servidores, equipos de comunicación y software SCADA, deberán estar en redundancia (tanto en red y cableado eléctrico), de forma que ante el desperfecto de un equipo, el otro equipo ingrese automáticamente en operación con toda la información actualizada.
- Al final de la implementación del sistema, el nivel de uso de los recursos de los servidores no deberá exceder en promedio al 65% de uso del CPU ni utilizar más del 70% de la memoria RAM instalada.
- Cada servidor deberá contar con unidades de tapes internas tipo LTO 6, para las actividades de backup, CD/DVD de lectura y escritura, además deberá suministrar 20 cartuchos LTO 6, para las actividades de backup.
- Los servidores se deberán instalar en el centro de cómputo principal La Atarjea.

#### **6.4.3. Requerimiento para hardware existente**

En caso de reutilizar la plataforma de cómputo del sistema SCADA en operación, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El nivel de uso promedio del servidor SCADA en operación en procesamiento no deberá encontrarse sobre el 65% de utilización.
- El nivel de uso promedio de la memoria principal (memoria RAM) del servidor SCADA en operación no deberá sobrepasar el 70% de utilización.
- El almacenamiento disponible deberá contar con un espacio libre mínimo de 200 GB, necesario para albergar la información histórica a requerir por el proyecto a implementar.

En caso en que alguno de los puntos anteriormente mencionados no se cumplan, el contratista repotenciara e instalara los equipos necesarios (servidores, estaciones), cuyo costo será asumido totalmente por el contratista.

#### **6.4.4. Requerimiento para software de integración**

El Software a instalar deberá seleccionarse según las siguientes consideraciones:

- Deberá conectarse las estaciones remotas y el sistema SCADA con los drivers nativos de la herramienta sin instalar algún software adicional.
- El contratista deberá realizar la evaluación al sistema SCADA existente garantizando el correcto funcionamiento, caso contrario el contratista realizara la instalación y la actualización del sistema SCADA existente (Upgrade) y todos los equipos del sistema involucrados, asumiendo todo el costo.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 28 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- c. Deberá proporcionar el licenciamiento del número suficiente de TAGs a utilizar, que permita un crecimiento del 30% después de haber terminado la implementación y puesta en marcha.
- d. Previo a la puesta en producción del sistema SCADA, se deberá haber cumplido con un periodo de prueba, con un funcionamiento sin interrumpir el sistema (24x7) el cual no deberá ser menor a 20 días calendarios, considerar el capítulo Pruebas.

#### 6.4.5. Requerimiento para software nuevo

Salvo indicación de SEDAPAL, se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones mínimas para el suministro del software SCADA:

- a. La plataforma en la que se implementara el sistema SCADA será como mínimo la versión Windows 2008 Server Standard Edition con el ultimo Service pack disponible.
- b. Consultar si es posible la conexión entre las estaciones remotas y el sistema SCADA, deberá realizarse con los drivers nativos de la herramienta sin instalar algún software adicional.
- c. El software de la solución deberá implementarse como una plataforma integral a la cual se podrá adicionar nuevos módulos funcionales.
- d. El software deberá permitir realizar las actualizaciones de versiones de una forma que no represente mayor esfuerzo y no interrumpa la operatividad del sistema, pudiendo realizar el upgrade del software SCADA sin afectar la disponibilidad de los usuarios finales y dicho upgrade de versión no deberá demorar más de 5 horas como máximo por cada servidor SCADA, durante estas 5 horas los clientes deberán poder continuar operando con el servidor redundante del SCADA.
- e. El software SCADA deberá tener la funcionalidad de que si el servidor de base de datos histórica este fuera de servicio debido a algún incidente, la información del SCADA se deberá almacenar en el disco duro del servidor SCADA durante el periodo que dure la recuperación del servidor histórico, el limite estaría dado por la capacidad de almacenamiento del servidor SCADA.
- f. El software SCADA deberá soportar como mínimo el protocolo de comunicación Modbus TCP/IP y el servidor de datos OPC, pudiendo operar con el protocolo de comunicación mencionado y el servidor de datos OPC simultáneamente si así lo requiriese SEDAPAL.
- g. El software SCADA debe tener la funcionalidad de mantener una réplica actualizada de la base de datos de tiempo real y la conmutación ante una pérdida de la base de datos primaria hacia la secundaria debe ser automática, sin intervención manual y realizada por la misma herramienta SCADA, este software deberá soportar y tener licenciado como mínimo la replicación hacia 3 servidores SCADA.
- h. El software SCADA deberá tener licenciado como mínimo un número suficiente de TAGs libres que permitan un crecimiento del 30% después de haber terminado la implementación y puesta en marcha del sistema SCADA.
- i. El software SCADA deberá tener una base de datos de tiempo real a la cual se pueda utilizar sentencias SQL del tipo DML (entiéndase select, insert, update y delete).
- j. La plataforma de repositorio histórica de información del sistema SCADA deberá utilizar como motor de Base de Datos el software ORACLE Database Enterprise versión 11g como mínimo. El repositorio histórico deberá contemplar mantener disponible en línea datos de una antigüedad mínima de 5 años.
- k. El software SCADA deberá contar en forma nativa con herramientas que permitan la visualización de las variables del SCADA sin tener un límite de números de variables que se vean en forma simultánea ni del periodo a visualizar (el periodo estará dado por la información existente en la base de datos), deberá incluir además las opciones de cambiar en tiempo de ejecución el grosor de las líneas de tendencia, modificar el tiempo

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 29 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

de muestreo, escoger las opciones de mostrar los datos con diferentes tipos de extrapolación, promedios, máximos, mínimos y opción de exportar esta información desde el mismo grafico de curva de tendencias.

- l. El diseño de la base de datos deberá ser relacional y deberá ser aprobado por SEDAPAL.
- m. El diseño de las pantallas deberá ser ergonómico y deberá ser aprobadas por SEDAPAL.
- n. Previo a la puesta en producción del sistema SCADA, se deberá haber cumplido con un periodo de prueba con un funcionamiento sin interrumpir el sistema (24x7) el cual no deberá ser menor a 20 días calendarios, considerar el capítulo Pruebas.
- o. Se realizaran pruebas del nivel de replicación y contingencia de las bases de datos de tiempo real, de la base de datos Histórica y de las interfaces de comunicación. Debiendo seguir operando ante una falla con el equipo de contingencia siendo esta conmutación de forma automática y sin intervención manual, el tiempo de la conmutación no deberá ser mayor a 1 minuto para la base de datos de tiempo real y no mayor a 3 minutos para la base de datos Histórica.

## 6.5. Gestión de monitoreo

El contratista deberá suministrar: Servidor, estación y software de Monitoreo remoto propietario, cuyo objetivo de software es supervisar, controlar, monitorear en tiempo real, así mismo obtener reportes y registros históricos del sistema de comunicaciones través del protocolo SNMP v1/v2/v3 (tendencias, históricos, log, etc.) de todas las estaciones a la vez, el software deberá tener la aplicación Mobile para instalar en dispositivos móviles; se deben incluir 03 licencias como mínimo, sin caducidad de los sistemas de las aplicaciones, plataformas y software de monitoreo. Para este fin se deberá contar con los siguientes equipamientos mínimos, tomar en referencia las características técnicas del **Anexo A Fichas Técnicas**.

- a. 01 servidor para gestión de monitoreo
- b. 02 estaciones de trabajo
- c. 01 laptop industrial
- d. 02 tablets

## 7. MONTAJE E INSTALACIÓN

Esta especificación establece los requisitos generales mínimos para la construcción e instalación de los sistemas de comunicación, telemetría y SCADA correspondientes a las estaciones remotas de SEDAPAL. Los planos y las especificaciones técnicas se complementan entre sí, sin embargo, en caso de conflicto, los planos prevalecerán, ya que en ellos se muestran todos los materiales y equipos necesarios para el montaje de las instalaciones; cualquier desviación de las especificaciones o planos deben ser previamente autorizadas por el representante de SEDAPAL.

### 7.1. Ejecución

#### 7.1.1. Instalación de equipos

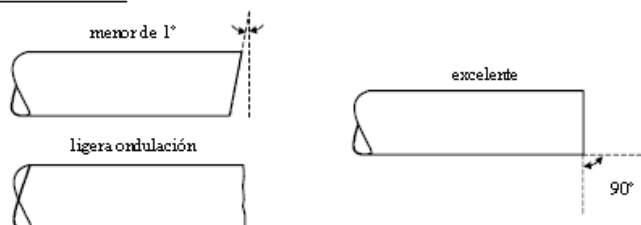
##### a. Empalme de fibra óptica

- a.1 Los empalmes se realizarán en los puntos indicados en los planos de ingeniería de detalle del expediente técnico, Los empalmes de fibra se realizaran solamente por el método de fusión por arco eléctrico, realizado por personal certificado.

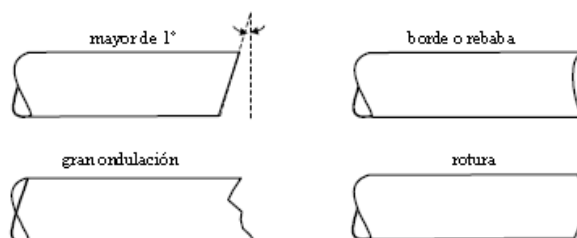
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 30 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- a.2 Se cortan los extremos de los cables a empalmar a la longitud adecuada en función de la situación del empalme óptico, reservando al menos 10m en cada extremo de los cables.
- a.3 Posteriormente, se pela la cubierta de la manguera en una longitud de 3m y se realiza una trenza con las fibras de aramida que posteriormente se sujeta en la caja de empalme en el lugar apropiado para ella.
- a.4 Los tubos holgados se pelan a una longitud de 1,5m de modo que quede 1,5m de fibras desnudas a cada lado del empalme. Este excedente se almacena en las casetes de empalme.
- a.5 Preparados los cables, la ejecución de las fusiones conlleva los siguientes pasos:
  - Los extremos del cable a empalmar se han de cortar perpendicularmente, cumpliendo los siguientes criterios.

#### ACEPTABLES



#### INACEPTABLES



**Figura 8: Empalme de Fibra Óptica**

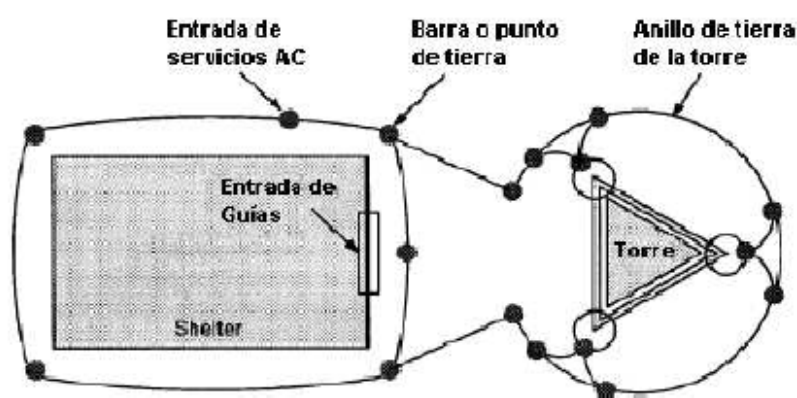
- Cada empalme de las fibras deberá quedar numerado; así mismo ira protegido con un manguito termorretráctil que contiene un elemento resistente de acero, el cual se aloja en el lugar apropiado dentro de la caja de empalme.
- a.6 Todos los hilos del cable de F.O quedaran fusionados correctamente en el panel de empalme.
  - a.7 Las fibras a empalmar se distribuyen en las correspondientes bandejas del empalme óptico, numerando los tubos con material adecuado, según el código de colores del estándar TIA 598C.
  - a.8 Terminado el empalme de todas las fibras en todas las bandejas, se cierra la caja de empalmes, según indicaciones del fabricante, y se sujeta correctamente.

### **7.1.2. Puesta a tierra**

- a. Se deberá diseñar los sistemas de puesta a tierra independientes entre sí:
  - Sistemas de comunicaciones  $R \leq 5 \Omega$

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 31 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- b. Las torres de comunicación deberán contar y estar unidas al anillo de aterramiento (un anillo que bordeee la torre, con cable desnudo de calibre no menor a 35mm<sup>2</sup>) el cual debe estar conectado al menos en un punto al anillo externo de la instalación. Una configuración recomendada para el anillo externo de la instalación es la siguiente:



**Figura 9: Configuración Anillo externo**

- c. En todas las roscas, puntas y superficies de contacto, toda pintura, esmalte o revestimiento similar que no sea conductivo se retirará o las uniones se realizarán por medio de accesorios diseñados para no requerir tal remoción.
- d. Todos los equipos ubicados en una torre o soporte deben estar correctamente conectados al sistema de tierra, esta conexión debe realizarse a la barra de tierra que se encuentre más cerca por debajo del equipo.
- e. No están permitidas las conexiones al sistema de tierra que tengan recorridos verticales ascendentes. En caso que las barras no existiesen en la instalación, las mismas deberían ser colocadas y conectadas al sistema de aterramiento.
- f. Todos los racks o bastidores de comunicación que se encuentren en una instalación deben estar aislados del suelo y tendrán una barra de cobre la cual servirá de referencia a todos los equipos que se encuentren en ese rack. Esta barra deberá estar aislada por materiales no conductores del rack que la soporta, y estarán conectadas a la barra principal de aterramiento.

### **7.1.3. Postes y cimentación**

- a. El contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el procedimiento que utilizará para el izaje de los postes.
- b. En ningún caso los postes serán sometidos a daños o a esfuerzos excesivos.
- c. En lugares con caminos de acceso carrózales, los postes serán instalados mediante una grúa de 6 toneladas mínimo, montada sobre la plataforma de un camión.
- d. En los lugares que no cuenten con caminos de acceso para vehículos, los postes se izarán mediante trípodes o cabrias.
- e. Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 32 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- f. Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de estos, cuerdas en tensión o en el agujero donde se instalará el poste.
- g. No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.
- h. La Supervisión se reserva el derecho de prohibir la aplicación del método de izaje propuesto por el contratista si no presentara una completa garantía contra daños a las estructuras y la integridad física de las personas.
- i. El uso del concreto para la cimentación de los postes de concreto o solados en el fondo de la excavación; tanto el cemento, como los agregados, el agua, la dosificación y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión especificada.
- j. La altura de los postes será definido en el expediente técnico. Para las estaciones remotas utilizadas por el EDP deben ser no menor a 21 metros y para estaciones remotas del EOMASBA la altura se definirá de acuerdo al estudio de ingeniería considerando el crecimiento demográfico.
- k. Para las estaciones remotas utilizadas por el EDP, de ser el caso, los mástiles serán de 6 metros de hierro galvanizado o superior de acuerdo a la ingeniería desarrollada.

#### **7.1.4. Redes de comunicación**

##### **a. Red Ethernet**

- El medio físico utilizado deberá ser fibra óptica para conexiones externas a las salas y cable metálico, STP, SFTP (categoría 6) para interconexiones internas a las salas.
- Todo el cableado debe cumplir con los estándares de la ANSI/TIA/EIA.

#### **7.1.5. Fibra óptica**

Se deberá tener en cuenta las siguientes acciones para la realización de los trabajos de instalación del cable de F.O:

- a. Los principales aspectos que el contratista a cargo deberá definir, tras el reconocimiento "in situ" de cada uno de los tramos, son los siguientes:
  - Método de tendido a utilizar en cada uno de los tramos
  - Número y tipo de empalmes y segregaciones a realizar en cada tramo, así como la ubicación de los mismos
  - Número y tipo de cajas de empalme a instalar en cada tramo, así como la Ubicación de las bobinas seleccionados para cada tramo
  - Material y maquinaria necesaria para el tendido de cable
  - Medidas de seguridad y sistemas de señalización.
  - Metodología para la supervisión del tendido
  - Medidas Medioambientales de aplicación a los trabajos
- b. Se realizarán las pruebas de calidad de los materiales suministrados y de los tramos de cable tendido, cuyos resultados serán entregados a SEDAPAL en papel y en formato digital, de acuerdo con lo especificado en los documentos del proyecto.
- c. El contratista a cargo será el responsable del control para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. Será por tanto el responsable del correcto estado de los empalmes, de las conexiones en los repartidores, así como de la continuidad y calidad del tendido, de acuerdo con lo especificado en los documentos del proyecto. Los procesos de instalación que se supervisarán serán, como mínimo, los siguientes:



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 33 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- Carga, transporte y descarga de las bobinas de fibra óptica.
- Trabajos previos al tendido de la fibra, acondicionamiento y preparación de la obra, buzones y bobina de fibra óptica.
- Instalación del cable de fibra óptica.
- Empalmes, sangrado y conectorizado de las fibras se supervisará.

d. Los trabajos posteriores al tendido de F.O., serán como mínimo los siguientes:

- Cortado o segregación del cable.
- Remate de buzones y del cable.
- Conectorizado en paneles repartidores.
- Etiquetado del cable.
- Devolución de la bobina.

e. Los componentes ópticos, serán como mínimo los siguientes:

- Repartidor óptico gran capacidad.
- Panel repartidor para rack 19".
- Cajas de empalme.
- Protector de empalme.

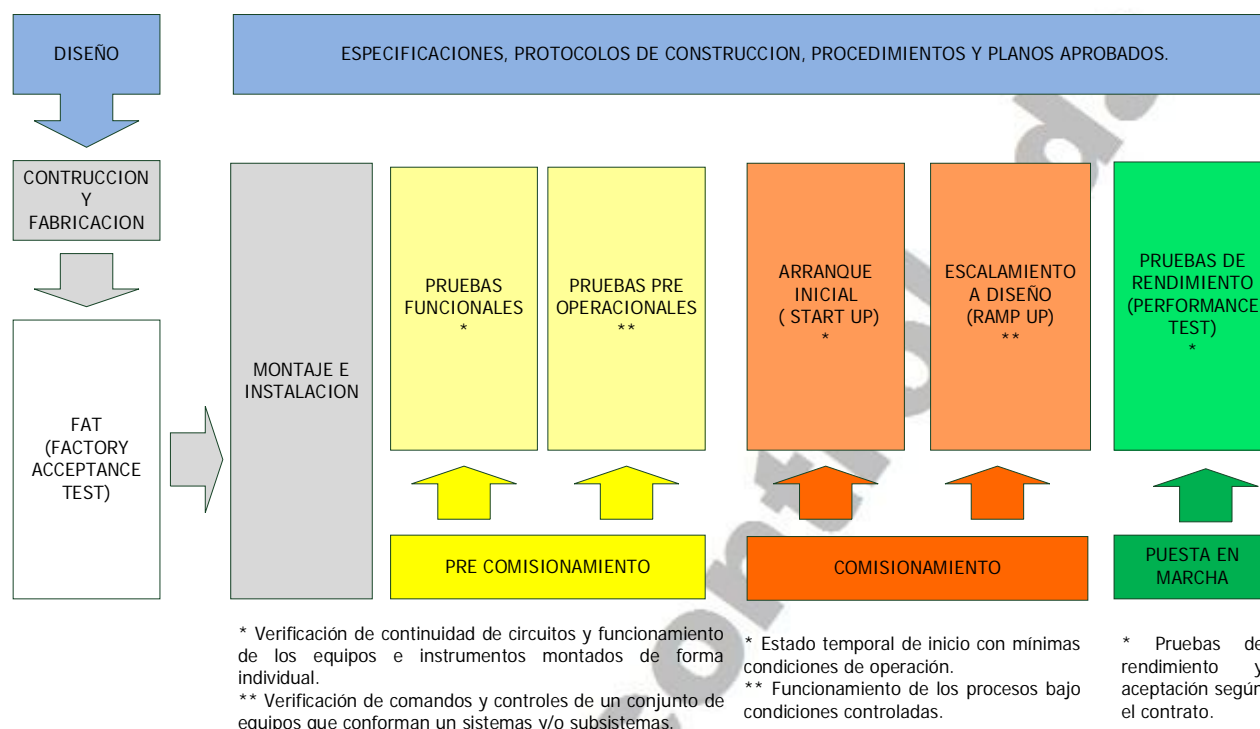
f. La fibra será monomodo.

## 8. PRUEBAS

Este apartado será utilizado para asegurar que todas las verificaciones y pruebas, logre una completa integridad del sistema antes de su entrega. Se completará un original por cada sistema y se distribuirán una copia por cada participante.

El siguiente esquema muestra la metodología del proceso de pruebas durante todo el proyecto para la aceptación del sistema final:

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 34 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	



**Figura 11: Procedimiento de pruebas en un proyecto.**

El contratista deberá asumir el costo total de las pruebas de acuerdo al expediente técnico aprobado.

Los procedimientos de trabajo y protocolos de prueba deberán ser revisados y aprobados por SEDAPAL; por tanto, el contratista presentara un plan de pruebas que contendrá como mínimo el siguiente contenido:

- Listado de las pruebas para el pre-comisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha.
- Objetivo de las pruebas.
- Subsistema o función a ser probado.
- Equipo o conjunto de equipos a ser probado.
- Procedimiento a seguir en cada prueba.
- Tiempo estimado para cada prueba.
- Programación diaria de las pruebas.
- Las técnicas a seguir y escenario requerido.
- Resultados esperados.
- Criterios de aceptación de acuerdo a los procedimientos de SEDAPAL.
- Metodología para la corrección de discrepancias de acuerdo a los procedimientos de SEDAPAL.

Antes del inicio de las pruebas el contratista deberá presentar obligatoriamente los certificados de calibración de los equipos e instrumentos de medición a utilizarse. Las pruebas serán ejecutadas a todo costo por parte del contratista.

### 8.1. Pruebas FAT

Las pruebas de los equipos se realizaran de acuerdo con las instrucciones del fabricante y/o bajo la supervisión de los representantes de los fabricantes cuando la garantía de los equipos lo requiera. SEDAPAL tiene el derecho de atestiguar todas las pruebas. La supervisión de SEDAPAL

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 35 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

tendrá libre acceso a los almacenes, talleres o laboratorios del contratista para examinar los equipos o los trabajos, para obtener la información sobre el progreso, o para observar métodos y resultados de las pruebas.

El contratista mantendrá registro de todos los resultados de las pruebas realizadas. Los protocolos contendrán como mínimo la siguiente información:

- Descripción de la función de la prueba, fecha de realización, identificación del equipo utilizado en la prueba.
- Número de identificación de los equipos.
- Ubicación de las facilidades y los equipos.
- Número de identificación de los sistemas y subsistemas.
- Temperatura y humedad del ambiente en donde aplique para la prueba determinada.
- Mínimos valores de pruebas aceptable.
- Resultado de la prueba, incluyendo comentarios donde sea necesario realizar la aclaración.
- Detalle de cualquier acción correctiva a tomar.
- Resultado de cualquier acción correctiva tomada.
- Nombre de la persona o personas que realizaron la prueba.

En donde los resultados no alcancen los estándares aceptables o el desempeño esperado, SEDAPAL será inmediatamente notificado.

Se deberá informar la calendarización de las pruebas FAT, para la asistencia del personal de SEDAPAL; los registros de prueba serán firmados por un representante autorizado del contratista y la supervisión, y será entregado a SEDAPAL en el dossier de calidad.

## 8.2. Pre-comisionamiento

Son las actividades para verificar las cantidades, características técnicas y correcto montaje e instalación de los equipos en un proyecto. Entre las actividades a desarrollar tendremos: "Pruebas funcionales" y "Pruebas Pre-Operacionales"; las cuales nos permitirán establecer con plena certeza que los sistemas y subsistemas se encuentran en condiciones óptimas para iniciar las pruebas de comisionamiento; además, esta etapa será supervisado por SEDAPAL.

Culminada la instalación de todo el equipamiento en campo se iniciará el pre-comisionamiento. Antes de empezar estas pruebas el contratista deberá asegurarse que se han efectuado los cambios finales de ingeniería pendientes y se han ejecutado los trabajos a ser culminados para la etapa de prueba en el campo.

### 8.2.1. Sistema de comunicaciones

#### a. Sistemas de radiocomunicación

- Configuración Básica de Parámetros: Ingresar a la configuración interna de la radio e ingresar parámetros de Dirección IP, Frecuencia seleccionando una potencia adecuada.
- Enlace de radio: enlazar los equipos y probar la continuidad del enlace por un tiempo óptimo para garantizar el enlace.

#### b. Enlaces por fibra óptica

- Las pruebas ópticas deben ser realizadas al 100 % de las fibras.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 36 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

b.2 Mediciones de la pérdida de retorno óptico 1S/2V

### 8.2.2. Sistema SCADA

- a. Las pruebas de pre-comisionamiento del Sistema SCADA tienen como objetivo comprobar la funcionalidad de acuerdo a las Especificaciones del proyecto, estas deben ser lo más completo posible, una vez probado los equipos se probará la funcionalidad del Sistema. El éxito de las pruebas en fábrica no implica la aceptación parcial o total del sistema SCADA.
- b. El sistema SCADA estará listo para su traslado e instalación en campo si los resultados de las pruebas en fábrica son satisfactorios, para lo cual el contratista deberá presentar a SEDAPAL los certificados de las pruebas realizados. Los resultados de estas pruebas serán contrastadas con las pruebas en campo.
- c. En las pruebas de pre-comisionamiento se efectuará todas las pruebas definidas durante la estipulación de trabajos, el cual estará basado en el listado del contratista, que demuestren que el sistema operativo, los equipos principales y cada módulo de hardware y software se encuentran completamente operativos de manera individual y conjunta.
- d. Se requieren las siguientes pruebas como mínimo:

#### d.1 Pruebas de software de centro de control:

Se efectuará pruebas de Utilización del Sistema en condiciones de operación normal y emergencia, utilizando programas de diagnóstico apropiados y certificados, los cuales no deben exceder los porcentajes establecidos dentro de un período de 30 minutos.

#### d.2 Tiempos de recuperación (failover) del sistema SCADA:

La Prueba Tiempos de Recuperación del Sistema considera eventos razonables que se presentan en la operación del sistema SCADA y verificar los tiempos de recuperación requeridos.

#### d.3 Tiempos de carga y mantenimiento de software del sistema SCADA

Los tiempos máximos de carga, actualización y mantenimiento que se requieren para tener completamente operativos los servidores del sistema SCADA, las estaciones de trabajo y actualización de la base de datos del sistema.

#### d.4 Pruebas de conectividad del centro de control

Pruebas específicas del Centro de Control, independientemente de las comunicaciones y los PLC. En ellas se simularán las entradas/salidas procedentes de los PLC.

- **Entorno Hardware;** Se revisará como mínimo lo siguiente: Clúster y RAC, Estaciones de operador, impresoras, servidor, entre otros.
- **Entorno Software;** Se revisará como mínimo lo siguiente: Sistema Operativo, Servidor SCADA, Servidor de Históricos, Driver de Comunicaciones, otros.

- e. Las pruebas de las pantallas desarrolladas se debe realizar con el área usuaria es decir el EDP para el caso del sistema SCADA METROPOLITANO y el EOMASBA para el caso del sistema SCADA de REBOMBEO, para ello deberá llevar una copia de las pantallas desarrolladas hacia la ubicación de las áreas usuarias (EDP en el COP La Atarjea y EOMASBA el CC.SS. Breña).
- f. Prueba de instalación en campo: Durante esta etapa se efectuará las siguientes pruebas:

- f.1 En el CC se efectuará la carga completa de un servidor del sistema SCADA con finalidad de comprobar la exigencia de tiempos indicada.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 37 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- f.2 En cada uno de las ER se efectuará pruebas funcionales de cada equipo individual y su funcionamiento colectivo.
  - f.3 Deberá demostrarse que todo el equipamiento está operativo mediante la ejecución de diagnósticos en y fuera de línea.
  - f.4 Se efectuará las pruebas de punto a punto con la finalidad de ajustar las variables físicas medidas en campo, medidas con un instrumento patrón, con lo presentado al operador en el CC. El Contratista deberá presentar una metodología de contraste debidamente sustentada para la realización de estas pruebas.
  - f.5 Se realizará los ajustes de los parámetros.
- g. El contratista deberá presentar sus protocolos documentando las observaciones e incidencias obtenidas y validadas por el área usuaria.

### 8.3. Comisionamiento

Los equipos e instalaciones se prueban como un conjunto, con carga real, ya sea como conjunto de sistemas o áreas, verificando su funcionalidad y la sincronización de todos sus componentes. Todas las pruebas de comisionamiento se deben realizar de acuerdo a un procedimiento específico y se deben generar los protocolos correspondientes, previos de verificación de condiciones aptas para pruebas y de parámetros logrados y controlados en la prueba. En este proceso, se producen dos estados, que son:

- a. **Arranque inicial:** También llamado: "Start Up", donde no existen requerimientos especiales en cuanto a cantidad de material procesado o calidad del producto final, sino obtener los movimientos y señales correspondientes, realizando las pruebas con el Sistema SCADA, incluidos los re-chequeos de lazos de control y las pruebas de la Lógica de Control.
- b. **Escalamiento a diseño:** También llamado: "Ramp Up", donde se sale del arranque inicial y se efectúan aumentos de carga hasta lograr las condiciones nominales de diseño. A esta etapa se le suele denominar también Puesta en marcha con Carga.

#### 8.3.1. Sistema de comunicaciones

Se deberán realizar con anticipación a la entrega de obra en un período no menor a 2 meses, donde el contratista deberá garantizar la confiabilidad al 99.95%.

Incluyendo como mínimo las siguientes pruebas

- a. Verificar que las unidades se encuentran configuradas con los parámetros de funcionamiento asignados para cada estación.
- b. Verificar que el nivel de recepción RF corresponde al valor especificado en el estudio de radio propagación.
- c. Medir el comportamiento en RF de la señal, throughput (efectivo) y latencia del enlace, y medido por medio de un software.
- d. Pruebas de medición de tráfico de toda la data requerida en el proyecto y medido por medio de un software.
- e. Realizar las pruebas del Bit Error Rate (BER) por enlace de comunicación, con equipo analizador BER.
- f. Realizar las pruebas de redundancia del sistema 1+1 (maestra – SCP).
- g. Realizar las pruebas de monitoreo, usando el protocolo SNMP.

Enlaces por fibra óptica:



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 38 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- Las pruebas ópticas deben ser realizadas al 100 % de las fibras.
- Medición de longitud óptica 2S/2V.
- Medición de la pérdida total del trayecto por potencia óptica.

### 8.3.2. Sistema SCADA

El sistema estará sujeto a pruebas funcionales diseñadas a demostrar que ha sido integrado completamente para realizar todas sus funciones bajo la programación y configuración según la filosofía de control aprobada por el área usuaria.

El contratista tendrá que presentar sus protocolos levantando sus observaciones de la etapa de Pre-comisionamiento y documentando las nuevas observaciones presentadas, este documento debe ser validado por el área usuaria.

#### a. Pruebas globales de integración

Abarcarán aspectos que implican a todos los niveles del sistema (Tableros, PLC, Hardware de Comunicaciones, Software de Comunicaciones y Centro de Control), en función a los siguientes entornos:

- **Entorno Hardware:** Se incluirá todos los equipos que se encuentra en el diagrama de Arquitectura del proyecto.
- **Entorno Software:** Sistema Operativo, Servidor SCADA, Servidor de Históricos, Driver de Comunicaciones, otros.

En las pruebas iniciales se simulará el proceso manualmente (variaciones de valores de medidas o estados digitales). Finalmente se realizarán las pruebas basadas en la filosofía de control aprobada por el área usuaria.

#### b. Prueba de integración en campo:

Mediante esta prueba se demostrará que el sistema SCADA instalado en el CC, los PLCs instalados en las ER, los sistemas de comunicación instalados y todas las entradas/salidas analógicas, estado de alarmas y eventos en campo se encuentran completamente integrados y operando en completa sintonía. Durante esta etapa se completará aquellas pruebas que no se efectuaron en las etapas anteriores con la finalidad de validar los resultados.

#### c. Prueba de desempeño en campo:

Se ejecutará nuevamente las pruebas de Pre-comisionamiento con la finalidad de comprobar el desempeño del sistema en condiciones reales de operación, de no cumplir con los requerimientos de tiempo solicitados el contratista deberá plantear soluciones que puedan conllevar al cambio de equipos y/o programas sin ningún costo para SEDAPAL.

### 8.3.3. Gestor de monitoreo SNMP

- Las pruebas de comisionamiento del gestor de monitoreo SNMP tiene como objetivo comprobar el correcto funcionamiento del monitoreo de las variables de calidad de señal y de funcionamiento de las radios y Switches de la ER desde el módulo de gestión de monitoreo.
- Se verificará que se tiene acceso a los datos SNMP solicitados a las radios, modem y Switches, verificando los datos que muestra el módulo en pantalla y los que físicamente se registran en la ER.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 39 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- c. Se verificara la grabación de los datos de calidad de señal de los equipos de comunicaciones de la ER en el módulo gestor de monitoreo SNMP según el criterio de grabación establecido.

#### 8.4. Puesta en marcha

Se realizaran pruebas de rendimiento o también conocido como: "Performance Test", como etapa final de la Puesta en Marcha, que contemplan las pruebas finales de acuerdo al alcance del contrato, estas se realizaran después de haberse ejecutado el comisionamiento y verificado la correcta funcionalidad del sistema integrado.

##### a. Prueba de operación

Mediante estas pruebas se verificará que el software está libre de errores y que el hardware opera sin fallas y armoniosamente con el software por un período continuo de prueba de 24 horas x día, por un periodo de 60 días calendarios, luego de haberse completado con éxito la prueba de desempeño en el campo. Esta prueba será calificada como exitosa si el sistema no pierde ninguna función crítica ni algún componente principal de hardware y si no se presentan reinicios automáticos del sistema.

Las fallas calificadas como mayores en hardware y software (pérdida de una función) y luego del diagnóstico respectivo, dará lugar a que se corrija la discrepancia para luego reiniciar una nueva prueba de las mismas condiciones iniciales.

Esta prueba se realizará con todo el sistema en operación (SCADA, Comunicaciones,) y se efectuarán simulaciones de condición de emergencia por lo menos una vez al día y a cualquier hora; durante esta prueba se deberá garantizar la disponibilidad en sitio del personal calificado del contratista.

##### b. Prueba de disponibilidad del sistema

Esta prueba se efectuará durante un tiempo de 24 horas x día, por un periodo de 60 días calendarios, previos a la recepción de obra; cuya finalidad es la de comprobar la disponibilidad del sistema al 99.95% y además verificar la confiabilidad del hardware y el software.

Se considera Tiempo Total de Parada (TTP) a la suma de todos los tiempos en horas en las cuales ha estado indisponible alguna función crítica y/o equipo o el sistema completo. La intermitencia presentada de indisponibilidad que a juicio de SEDAPAL sea no confiable el sistema SCADA será causal para que se corrija o cambie el componente (hardware o software). Todo cambio será de responsabilidad y asumido por el contratista.

##### c. Entrega de llaves.

Las llaves de los equipos, tableros, racks, gabinetes de la ER, serán entregadas en su totalidad formalmente a SEDAPAL, con tres copias. Cada llave tendrá su respectiva etiqueta de identificación la cual debe indicar mínimo lo siguiente: el proyecto, número y el equipo de la cerradura a la que pertenecen; la localización de la cerradura será indicada en la etiqueta por nombre o número constructivo, número del panel, número del interruptor, nombre TAG o número de sitio.

##### d. Entrega de password de acceso.

- Las claves de acceso y password de acceso a los diversos productos de software y hardware proporcionados como parte de la contratista deberán en su totalidad entregarse formalmente a SEDAPAL. La entrega se hará en sobre sellado, conteniendo un sobre por cada especialidad, siendo estos, computo, comunicaciones.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 40 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- Las claves de acceso y password dentro de cada sobre deberá contar como mínimo con la siguiente identificación: Proyecto, producto sobre el cual se refiere, el equipo desde donde se hace el ingreso, el perfil asociado a la clave y password, la denominación del usuario, el password mismo. Cada sobre deberá indicar la especialidad.

## 9. ENTREGABLES

Los entregables mínimos para la integración al sistema SCADA, deberá contemplar la siguiente documentación impresa mínimo 3 copias y en formato electrónico (archivos editables y pdf) mínimo 6 copias, la cual se deberá entregar a lo largo del proyecto y al final como As Built.

### 9.1. Entregables de expediente técnico (ingeniería de detalle)

#### 9.1.1. Sistema de comunicación

- Memoria descriptiva
  - Generalidades
  - Alcances
  - Descripción del sistema de Comunicaciones (Estudio de comunicaciones, informe del estudio de Radiopropagación)
  - Arquitectura de Comunicación
  - Consideraciones para Instalaciones
  - Especificaciones técnicas
  - Símbolos
- Memorias de cálculo.
- Hojas de datos específicos.
- Lista de materiales y equipos.
- Lista de cables.
- Planos de detalle de montaje de equipos de comunicación.
- Planos de conexiónado.
- Planos de recorrido de canalizaciones.
- Planos de recorrido de ductos enterrados.
- Planos de arquitectura de control y comunicación.
- Planos de ubicación de equipos de comunicación.
- Planos de tablero de telemetría.
- Consideraciones del software de SNMP.
- Consideraciones del software de configuración de radio.
- Consideraciones del software de configuración y funcionalidades del switch de ERS y ERM.
- Consideraciones del software del switch MPLS.
- Conclusiones.

#### 9.1.2. Sistema de integración SCADA

- Memoria descriptiva
  - Generalidades
  - Alcances
  - Descripción del Sistema SCADA
  - Relación de señales del SCADA
  - Consideraciones para Instalaciones
  - Especificaciones técnicas
- Memorias de cálculo.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 41 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- c. Hojas de datos específicos.
- d. Lista de materiales y equipos.
- e. Lista de cables.
- f. Planos de detalle de montaje de equipos.
- g. Planos de ubicación de equipos.
- h. Memoria Descriptiva de Integración de nuevas Estaciones Remotas.
- i. Consideraciones del software de sistema operativo de servidores, estaciones de trabajo, laptop industriales.
- j. Consideraciones del software de oficina de servidores, estaciones de trabajo, laptop industriales.
- k. Conclusiones.

## 9.2. Entregables de recepción de obra

Los manuales de instrucción, planos de equipos, y otros, que viene acompañada de los equipos, serán considerados como parte de esta especificación.

El contratista de automatización debe proveer los juegos de planos As Built. Estos planos serán constantemente actualizados y entregados a la supervisión al finalizar el mismo. El juego completo de las copias corregidas mostraran la ubicación final de todos los equipos, bandejas de cables, tuberías, banco de ductos subterráneos y todos los cambios introducidos en los esquemas unifilares, esquemas y/o diagramas de conexión y cableado. Estas marcas deberán ser exactas y verdaderas. Todos los equipos ocultos deberán dimensionarse con el suficiente margen a sus puntos de referencia para facilitar el replanteo de sus ubicaciones.

Se deberá considerar como mínimo los siguientes entregables:

### 9.2.1. Sistema de comunicación

- a. Plano de arquitectura de las comunicaciones.
- b. Lista de parámetros de radio.
- c. Procedimiento de apagado y encendido de los Equipos de Radios y Switches.
- d. Manuales de Instalación de los Equipos.
- e. Manuales de Calibración de los enlaces.
- f. Manuales de Operación de los Equipos.
- g. Manuales de Mantenimiento de los Equipos, con especificación de todas las partes componentes de los equipos.
- h. Catálogos descriptivos de los Equipos.
- i. Especificaciones Técnicas de los equipos.
- j. Certificados de Calidad según especificaciones.
- k. Manual del Software de monitoreo.
- l. Manual de operación y descarte de fallas del sistema.
- m. Licencia de software de SNMP.
- n. Licencia de software de configuración de radio.
- o. Licencia de software de configuración y funcionalidades del switch de ERS y ERM.
- p. Licencia de software del switch MPLS.
- q. Planos As Built
- r. Documentos del expediente técnico actualizados de acuerdo a lo desarrollado en la obra.
- s. Conclusiones

### 9.2.2. Sistema de integración SCADA

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 42 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- a. Memoria Descriptiva de Integración de nuevas Estaciones Remotas.
- b. Procedimiento de Desarrollo de interface gráfica SCADAs.
- c. Plano de arquitectura de control y comunicaciones.
- d. Lista de E/S, Setpoint, señales según estándar de SEDAPAL.
- e. Diccionario de descripción de variables y alarmas.
- f. Diccionario de la base de Datos SCADA y base de datos histórica.
- g. Programación del PLC (Ladder, entre otros).
- h. Desarrollo SCADA (Pantallas, TAGs, alarmas, eventos, otros).
- i. Informe de Diseño Base Datos SCADA y base de datos histórica.
- j. Filosofía de control aprobada por SEDAPAL
- k. Procedimiento para Instalación, operatividad y funcionamiento de los servidores del SCADA y del servidor de B.D.
- l. Procedimiento de conmutación de servidores.
- m. Procedimiento de Backup de BD SCADA y BD Histórica.
- n. Procedimiento Instalación del software SCADA.
- o. Documento de la gestión de usuarios.
- p. Documento de definición de registros y procesos del sistema SCADA.
- q. Documento de los reportes analógicos y digitales.
- r. Manual de creación de estaciones remotas en la base de datos SCADA.
- s. Manual de creación de estaciones remotas en la base de datos Histórica.
- t. Procedimiento Creación de Estaciones en la B.D SCADA y B.D Histórica
- u. Manual de usuario del Aplicativo de Reportes.
- v. Manual de Configuración del Sistema.
- w. Manual del mantenimiento del Sistema.
- x. Manual de Operación del Sistema.
- y. Manual de Administración del Sistema.
- z. Documentación detallada de la arquitectura del sistema
- aa. Manual de desastre o fallos
- bb. Licencias de software de sistema operativo de servidores, estaciones de trabajo, laptop industriales.
- cc. Licencias de software de oficina de servidores, estaciones de trabajo, laptop industriales.
- dd. Licencias de software SCADA
- ee. Manual de desastre o fallos en caso de instalación de Hardware Nuevo.
- ff. Planos As Built
- gg. Documentos del expediente técnico actualizados de acuerdo a lo desarrollado en la obra.
- hh. Conclusiones

### 9.2.3. Generales

- a. Inventario general por ER (Tableros, equipos y otros).
- b. Memoria descriptiva de implementación del proyecto.
- c. Memorias de cálculos de diseño de los sistemas de comunicaciones y SCADA.
- d. Procedimiento de apagado y encendido de los equipos.
- e. Planos As Built.
- f. Diagrama de interconexión, incluyendo alcance de responsabilidad, materiales, otros.
- g. Lista de repuestos para 03 años de operación, con descripción de su función en los equipos a que correspondan.
- h. Documentos del expediente técnico actualizados de acuerdo a lo desarrollado en la obra.

## 10. CAPACITACIÓN



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 43 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

El Contratista deberá instruir al personal designado por SEDAPAL para la operación y mantenimiento del equipamiento, para lo cual deberá dictar cursos de capacitación en horarios y fechas a convenir con el personal especialista de las diferentes áreas de SEDAPAL.

Las capacitaciones deberán diseñarse de modo que durante ellos se utilicen los equipos ofrecidos y manuales anteriormente mencionados, deberán ser certificados por el fabricante de equipos, y en algunos casos en fábrica misma, deberán ser dictados por personal representante o personal del fabricante, especialistas con experiencia no menor de 3 años en la materia a dictar.

Para proyectos que involucren hasta 4 estaciones remotas se consideraran charlas y cursos certificados para mínimo 5 personas, de acuerdo al expediente técnico aprobado, para lo cual se tomara como referencia los siguientes cursos:

- Operación y Mantenimiento del sistema SCADA.
- Administración y desarrollo del sistema SCADA.
- Desarrollo y Mantenimiento de Base de datos del sistema SCADA.
- Instalación, mantenimiento y programación de todos los equipos de comunicaciones instalados.
- Instalación, mantenimiento y configuración de todos los equipos instalados.

Para proyectos que involucren la integración de más de 5 estaciones remotas, se considerara de acuerdo al expediente técnico aprobado, para lo cual se tomara como referencia los siguientes cursos:

- a. Operación del sistema SCADA.  
Nº mínimo de personas: 5  
Duración mínima: 36 horas.
- b. Mantenimiento del sistema SCADA.  
Nº mínimo de personas: 5  
Duración mínima: 36 horas.
- c. Administración del sistema SCADA.  
Nº mínimo de personas: 5  
Duración mínima: 36 horas.
- d. Desarrollo del sistema SCADA.  
Nº mínimo de personas: 5  
Duración mínima: 36 horas.
- e. Desarrollo de base de datos SQL, Oracle del sistema SCADA.  
Nº mínimo de personas: 5  
Duración mínima: 36 horas.
- f. Mantenimiento de base de datos SQL, Oracle del sistema SCADA.  
Nº mínimo de personas: 5  
Duración mínima: 36 horas.
- g. Instalación, mantenimiento y programación de los equipos de comunicaciones.  
Nº mínimo de personas: 2  
Lugar: Fabrica
- h. Instalación, mantenimiento y programación de los equipos Switches y de cableado de fibra óptica.  
Nº mínimo de personas: 5

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 44 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

Duración mínima: 36 horas.

- i. Instalación, mantenimiento y programación de radios Microondas.  
Nº mínimo de personas: 2  
Lugar: Fabrica
- j. Networking, Routing and Switching.  
Nº mínimo de personas: 2  
Duración mínima: 200 horas.

## 11. GARANTÍA

El contratista deberá demostrar probada experiencia en la ejecución de actividades similares a las requeridas para este proyecto, igual para quienes suministren los equipos.

- a. La garantía de lo recepcionado debe cumplir con la garantía de la obra el mismo que se debe incluir un ítem en el Acta de Recepción de la Obra; en donde se especifique que el contratista se hace responsable por cualquier falla en el equipamiento y el funcionamiento del sistema entregado a SEDAPAL, el mismo que de no cumplirse deberá ser sancionado con las acciones legales correspondientes.
- b. Se considera como parte de la Garantía los certificados emitidos por los fabricantes de los equipos incluidos en los diferentes procesos del proyecto, el sistema de comunicaciones, telemetría e integración SCADA se deberá garantizar no sólo respecto a las condiciones de operación sino que además como un todo funcional.

El contratista deberá garantizar el ciclo de vida de los productos por el tiempo de garantía del proyecto.

El contratista deberá brindar garantía en equipos e instalación del sistema de comunicación y SCADA, por el tiempo de garantía especificado en el proyecto.

## 12. SERVICIO DE SOPORTE

SEDAPAL requiere asegurar su inversión, motivo por el cual, el contratista deberá garantizar que los servicios de soporte del equipamiento hardware/software de los sistemas de comunicación y SCADA, serán ejecutados con las siguientes consideraciones durante el tiempo de vigencia de la garantía del proyecto:

- a. La solución ofertada deberá incluir el servicio de mantenimiento y soporte técnico por un periodo mínimo de 36 meses en la modalidad de 24x7.
- b. El mantenimiento y soporte de software debe incluir la provisión de la actualización de licencias durante toda la duración del contrato, se aclara que el término "actualización de licencias" incluye el servicio de instalación, configuración y puesta en productivo de las nuevas versiones.
- c. El servicio de mantenimiento de hardware y software requerido por SEDAPAL, deberá ser sin límite de repuestos, ni del tiempo de intervención y del número de intervenciones.
- d. El servicio de mantenimiento de hardware y software deberá estar disponible las 24 horas del día y los 365 días del año, con un tiempo de respuesta máxima de 2 horas ante incidentes leves y un tiempo de respuesta máxima ante incidentes críticos de 1 hora.
- e. Proporcionar acceso vía Internet directamente a los fabricantes de los productos/equipos implementados, con capacidad de resolver consultas, disponibilidad de drivers y actualización de los productos/equipos, entre otros.
- f. Asesoría técnica en la administración y funcionamiento del equipamiento, incluyendo todos sus componentes (hardware y software).
- g. Asesoría técnica en temas de seguridad, alta disponibilidad y contingencia del sistema SCADA. La cantidad de horas a considerar en asesorías no deberá ser menor a 60 horas.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 45 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- h. Este servicio de soporte lo debe realizar personal certificado, previamente registrado.
- i. Mientras dure el servicio de soporte, el contratista deberá entregar un informe mensual de los incidentes reportados y las acciones detalladas ejecutadas por su personal técnico.
- j. Cuando el proyecto incluya equipamiento de hardware del Centro de Control, el contratista deberá contratar un soporte externo, al menos 2 veces por año, que incluya un mantenimiento preventivo y lógico de dicho hardware.

## 13. GESTIÓN

### 13.1. Etapas del proyecto

#### 13.1.1. Inversión a nivel expediente técnico

En esta etapa de inversión el consultor deberá desarrollar los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva del sistema de automatización a nivel de ingeniería de detalle.
- Memoria Descriptiva del sistema de comunicaciones a nivel de ingeniería de detalle.
- Documentos descritos en el capítulo de entregable – Ingeniería de detalle del presente documento.

#### 13.1.2. Inversión a nivel de obra

En la etapa de inversión el consultor deberá desarrollar los siguientes documentos:

- Actualización de los documentos y planos As Built, descritos en el capítulo de entregable – Ingeniería de detalle del presente documento.
- Generación de planos de detalle solicitados por la supervisión de la obra.
- Generación de documentos solicitados por la supervisión de la obra.
- Documentos descritos en el capítulo de entregable de obra del presente documento.

### 13.2. Calidad

- a. El contratista dispondrá áreas y/o ambientes de almacenamiento adecuados según la naturaleza de los equipos, materiales y componentes con la finalidad de evitar daños y de esta forma prever no conformidades.
- b. Los materiales y equipos que estén bajo la responsabilidad del contratista, el Jefe de Almacén deberá evitar que ocurran daños a los suministros, según criterios de propiedad del cliente y preservación del producto (ISO 9001:2008).
- c. Las instalaciones deberán ser ejecutadas y concluidas de acuerdo con los requerimientos, planos y especificaciones de SEDAPAL, de conformidad con las condiciones especificadas en el contrato y normativas reguladoras vigentes.
- d. Periódicamente el contratista, supervisor del proyecto, personal autorizado por SEDAPAL verificará el uso correcto de planos en edición última y actualizada.
- e. Los protocolos son permanentemente elaborados al pie de la obra y llenados por el contratista. El llenado contempla realizar las anotaciones en formatos limpios, sin enmendaduras ni borrones. Cualquier alteración o incumplimiento (mal llenado) da lugar a la invalidación del documento.
- f. Todo personal especialista del contratista deberá estar certificado por el fabricante de los equipos o software a utilizar en el proyecto, la copia de estos documentos deberán presentarse al inicio de las actividades.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 46 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- g. El contratista deberá entregar a SEDAPAL un dossier de calidad el cual incluya toda la información técnica de los equipos, tales como catálogos, manuales de operación, manuales de mantenimiento, manuales de instalación y otros (Revisar capítulo 11).
- h. El contratista deberá mantener los procedimientos que han sido aprobados en su plan de trabajo como parte del Control de Calidad que aseguren que las actividades realizadas cumplirán con lo establecido en el Contrato y el procedimiento: "GPOPR011 Procedimiento de ejecución de obras"; Además, estos procedimientos deben cumplir con ley 29783 y el DS-005-2012.
- i. Para la aceptación de materiales de fabricación nacional o importada se considerara el procedimiento "CTPSET004 Criterios de aceptación de materiales nacionales e importados para ejecución de obras de saneamiento, rehabilitación y mantenimiento de redes y conexiones domiciliarias".
- j. El contratista deberá considerar para el almacenamiento de equipos y materiales el siguiente procedimiento: "GPOPR017 Almacenamiento, manipulación, conservación y entrega de materiales".

### 13.3. Seguridad

El Contratista será responsable de realizar todas las actividades laborales de una manera segura, profesional y deberá cumplir estrictamente con todas las normas de seguridad especificadas en el documento: "Seguridad e higiene ocupacional en la construcción de obras ejecutadas por SEDAPAL GPOET004"; además, el Contratista será responsable de lo siguiente:

- a. Entrenamiento de seguridad de todo el personal.
- b. Aplicación de los procedimientos de seguridad necesarios.
- c. La realización de reuniones periódicas de seguridad.
- d. Inspección y mantenimiento del área de trabajo para identificar y reducir los riesgos de seguridad.
- e. Mantenimiento de herramientas y maquinaria en condiciones seguras de funcionamiento.
- f. Suministro de equipos de seguridad para todo el personal.
- g. Permisos de trabajo seguros como exige SEDAPAL.

## 14. CRITERIOS PARA FACILIDAD DE MANTENIMIENTO

El proyecto debe asegurar que los sistemas y componentes garanticen los patrones de seguridad, disponibilidad y Mantenibilidad, los objetivos son minimizar el mantenimiento en:

- a. Frecuencia de defecto (tiempo entre fallas MTBF (Medium Time Between Failures))
- b. Tiempo de mantenimiento (tiempo de recuperación MTTR (Medium Time To Repair))
- c. Costos
- d. Complejidad
- e. Necesidad de profesionales
- f. Errores.

El proyecto debe asegurar que todos los equipos estarán en posición que puedan ser desmontados y removidos por motivo de mantenimiento, y que exista espacio libre suficiente para la remoción de los internos, cuando resulte relevante; todo equipo que necesite mantenimiento regularmente deberá ser instalado en sitio que propicie condición de seguridad al operario que realizará el mantenimiento.

Los sistemas eléctricos deberán ser proyectados para permitir aislamiento seguro y remoción online de cualquier ítem de equipo del sistema sin afectar la operación de otro equipo; deben ser protegidos y proyectados de modo que cualquier falla sea rápidamente aislada y que cualquier interrupción de la

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 47 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

alimentación eléctrica sea limitada a la menor área posible. Los equipos y materiales deben ser especificados para resistir cualquier falla eléctrica o de operación que pueda ocurrir.

El proyecto deberá proveer disponibilidad mínima de 99.95% para el sistema de control; además, ninguna falla podrá causar la pérdida completa del sistema de comunicaciones.

Copia no controlada



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	Código : GDIET004 Revisión : 00 Aprobado : JETIC Fecha : 2017.03.16 Página : 48 de 57
	Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas	

## ANEXO N° 1

### 1. SISTEMA DE COMUNICACIONES

#### 1.1. Radios Ethernet

FICHA TÉCNICA RADIO ETHERNET	
Características técnicas mínimas	
<b>a. Bandas 400-450 Mhz</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo Radio</li> <li>Aplicación</li> <li>Montaje Tablero</li> <li>Canales que puede usar: 12.5 / 25 / KHz</li> <li>Modulación</li> <li>Rango Mínimo</li> <li>Velocidad RF (Efectivos)</li> <li>Topología soportada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>: Industrial</li> <li>: Telemetría SCADA</li> <li>: Indoor</li> <li></li> <li>: QPSK/16QAM/32QAM</li> <li>: 25 Km</li> <li>: 100 KBPS</li> <li>: Punto a punto/punto multipunto/repetidor/estrella</li> </ul>
<b>b. Radio</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de Trabajo</li> <li>Potencia</li> <li>Multivelocidad</li> <li>Impedancia</li> <li>Sensibilidad (mínima)</li> <li>Redundancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>: Continuo</li> <li>: 20 a 30 dm (100mW hasta 1W) Valor mínimo</li> <li>: La maestra deberá tener multivelocidad de comunicaciones de la maestra con las remotas.</li> <li>: 50 ohm</li> <li>: -106 dBm</li> <li>: Transceptor y fuente</li> </ul>
<b>c. Interface Física</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethernet</li> <li>Serial</li> <li>Antena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>: 10/100 BaseT</li> <li>: COM1: RS232/RS485 velocidad mínimo 38,400 bps</li> <li>: Conectores: RP-TNC/TNC/SMA/N/BNC Estará en función de las pruebas de propagación y/o memoria de calculo</li> </ul>
<b>d. Protocolos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wireless</li> <li>Ethernet</li> <li>TCP/IP</li> <li>Serial</li> <li>Administración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>: CSMA/CA</li> <li>: IEEE 802.3, IEEE802.1Q (VLAN)</li> <li>: Modbus TCP,ICMP,UDP,TCP,HTTP,SNMP</li> <li>: Modbus RTU,DNP3</li> <li>: HTTP, SSH, local console y SNMP.</li> </ul>
<b>e. Eléctrica</b>	

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 49 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentación Maestras y Repetidoras</li> <li>Alimentación Remotas</li> <li>Consideración</li> </ul>	: 220 VAC (nativos sin adaptadores). : 10 a 30 VDC (nativos sin adaptadores). : No se admitirán radios POE ni arreglos similares en tablero.
<b>Consideraciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trámites al MTC, asumidos por la Contratista</li> </ul>	

## 1.2. Radios Microondas

<b>FICHA TÉCNICA RADIO MICROONDAS</b>	
Características técnicas mínimas	
<b>a. Bandas 6 –30 GHz</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo Radio</li> <li>Aplicación</li> <li>canales que puede usar</li> <li>Modulación</li> <li>Rango Mínimo</li> <li>Velocidad RF (Efectivos)</li> <li>Configuraciones disponibles</li> </ul>	: Industrial : Telemetría y Tx Datos : 7 / 14 / 28 /40 MHz : QPSK , 16 / 32 / 64 / 128 / 256 / 512 / 1024 QAM : 20 Km : 50 / 100 Mbps o mayor : Ethernet / E1 / FE / GbE
<b>b. Radio</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo</li> <li>Ciclo de Trabajo</li> <li>Potencia</li> <li>Sensibilidad</li> <li>Modulación Adaptativa</li> <li>Topología</li> <li>Módulos</li> </ul>	: Carrier Class : Continuo : 0-25 dBm : -87 dBm : ACM : Árbol, cadena , anillo : ODU e IDU (industriales)
<b>c. Interface Física</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethernet</li> <li>IDU</li> <li>ODU</li> <li>Antena</li> </ul>	: 4x Ethernet 10/100/1000 Base T RJ45 16xDS1/E1 2x SFP : Industrial, redundante 1+1 : Industrial IP65 : Parabólica tambor IP65 Direct Remote mount Conectores <ul style="list-style-type: none"> <li>RP-TNC / TNC / SMA / N</li> </ul> Una antena por cada equipo de radio. No se acepta el uso de antenas sectoriales u omnidireccionales en punto a multipunto; ni amplificadores, ni de derivadores (splitter), ni

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 50 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Ganancia de Antena (mínima)</li> </ul>	splitter integrados a la radio. : En función de la memoria de calculo
<b>d. Funcionalidades</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Protocolo</li> <li>Gestión y monitoreo</li> <li>Gestión de tráfico</li> </ul>	: IP: IPv4, IPv6 MPLS : SNMPv1, v2, v3 Herramientas de Gestión Herramientas de configuración (Local/remota) : QoS Vlan tagging Flow control IEEE 802.3x
<b>e. Eléctrica</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentación Input</li> <li>Alimentación Output</li> <li>Consideración</li> </ul>	: 220 VAC (nativos sin adaptadores). : 48 VDC (nativos sin adaptadores). : No se admitirán radios POE ni arreglos similares en tablero.
<b>f. Mecánica</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Case</li> <li>Trámites al MTC</li> </ul>	: Extruded aluminun : Asumidos por la Contratista, asumir 2 años después de la entrega de obra.
<b>Consideraciones</b>	

### 1.3. Fibra óptica

<b>FICHA TÉCNICA FIBRA ÓPTICA</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
<b>Monomodo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Presentación en 6 y 12 fibras ópticas en configuración unitubo.</li> <li>b. Tubo holgado con compuesto de relleno antihumedad.</li> <li>c. Cubierta de Polietileno de mediana densidad.</li> <li>d. Construcción totalmente dieléctrica para aplicaciones en interiores o exteriores.</li> <li>e. Resistente a la radiación UV.</li> <li>f. Código de colores TIA/EIA, 598.</li> </ul>
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los SW deben tener el módulo de fibra monomodo nativo.</li> </ul>

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 51 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

#### 1.4. Repartidor óptico

<b>FICHA TÉCNICA REPARTIDOR ÓPTICO</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Capacidad mínima de 16 empalmes por bandeja.</li> <li>b. Capacidad mínima de 8 conectores por bandeja.</li> <li>c. Conectores será de los tipos SC/SC.</li> <li>d. Deberá disponer de organizadores laterales de latiguillos a ambos lados del repartidor.</li> </ul>
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deberá presentar una distribución modular, añadiendo módulos porta bandejas, de forma que el conjunto pueda ser ampliable.</li> <li>• Cada módulo portabandejas encajará perfectamente en la estructura del rack.</li> <li>• Las entradas de cable multifibra se realizará mediante elementos prensaestopas.</li> <li>• Incluir portaplanos en la parte interior de las puertas frontales. El chasis del repartidor permitirá su alojamiento tanto en armario Rack ETSI normalizado como en caja de fijación mural, según el número de fibras ópticas que deba albergar.</li> <li>• En los espacios correspondientes a módulos no instalados deberán instalarse elementos de protección (máscaras) para proteger el interior del armario.</li> </ul>

#### 1.5. Repartidor rack 19"

<b>FICHA TÉCNICA REPARTIDOR RACK 19"</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Módulo para 12 fibras ópticas rackeable de 1U</li> <li>b. El panel dispondrá de 12 conectores de fibra óptica de acceso frontal del tipo SC/SC</li> <li>c. El panel dispondrá de capacidad para 12 empalmes de fibra óptica entre el cable de entrada al panel y los latiguillos de fibra óptica a los conectores.</li> </ul>
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La entrada del cable multifibra se deberá realizar mediante elementos prensaestopas.</li> <li>• El cable multifibra y los latiguillos de fibra óptica deberán quedar perfectamente ordenados en el interior del panel.</li> </ul>

#### 1.6. Caja de empalme

<b>FICHA TÉCNICA CAJA DE EMPALME</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Capacidad mínima de 96 empalmes de fibra óptica.</li> <li>b. Bandejas con capacidad para almacenar, como mínimo, 8 empalmes.</li> <li>c. Entrada de un mínimo de cuatro cables con un diámetro no inferior a 30 mm.</li> </ul>

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 52 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

d. Capacidad de organizar las fibras ópticas en circuitos de 8 fibras ópticas. e. Radio de curvatura de las fibras superior a 30 mm. f. Posibilidad de realizar segregación de cable.
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Para instalación en el exterior debiendo estar sellada convenientemente.</li> </ul>

### 1.7. Protector de empalme

<b>FICHA TÉCNICA PROTECTOR DE EMPALME</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
a. Tubo interior de material adhesivo. b. Varilla recta y libre de imperfecciones, de acero inoxidable que proporcione rigidez al conjunto. c. Tubo termorretráctil que encapsule la varilla de acero y el tubo interior. d. El color de los tubos interno y externo será semi-transparente.
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Protectores adecuados para proteger los empalmes de fusión de las fibras ópticas.</li> <li>Se instalarán en casetes de empalme ubicados en repartidores ópticos y/o cajas.</li> <li>Las dimensiones serán las adecuadas a las bandejas en que vayan a ser instalados.</li> </ul>

### 1.8. Red MPLS

<b>FICHA TÉCNICA RED MPLS</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
a. 02 Tarjetas de interconexión de 8 puertos GE 100/1000 BASE-X R2 para la red MPLS existente de SEDAPAL. b. Soporte de MPLS, soporte para SYSLOG, soporte ipv6, class-based weighted fair QUEUEING (CBWFQ), weighted random early detection (WRED). c. Operación entre los 90 y 240 VAC. d. Certificación de fábrica en administración y configuración de los equipos.
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantía de funcionamiento 24x7, incluyendo soporte técnico y actualización de versiones por 36 meses.</li> </ul>

### 1.9. Switches

#### 1.9.1. Switches para los CS, estaciones maestras y repetidoras

<b>FICHA TÉCNICA SWITCHES PARA LOS CS, ESTACIONES MAESTRAS Y REPETIDORAS</b>
--



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 53 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

#### Características técnicas mínimas

- a. Switch Administrable (WEB, CLI, SNMP) LAN Fast Ethernet, 24 puertos L3 RJ-45 10/100/1000 Mbps autosensing, puertos configurables 1000 base – SX / 1000 base – TX, licencia ilimitada incluida de ser necesario para operar en Capa 3, con licencias instaladas y operativas.
- b. Switch Fabric, igual o Superior a 176 GBPS.
- c. Memoria Dram 4 GB Mínimo.
- d. Memoria Flash 2 GB Mínimo.
- e. Velocidad de Transmisión de 130 MPPS Mínimo nonblocking.
- f. Puertos SFP para módulos de 1Gbps de los cuales 2 puertos de ellos deben soportar como mínimo módulos de 10Gbps.
- g. Soporte para módulos 10GBASE-SR, LR, LRM, CX1 SFP+
- h. 1 Modulo 1 GB SX Multimodo.
- i. Puertos Auto negociación Full Dúplex / Half Dúplex en todos los puertos.
- j. Auto MDI/MDX Automática.
- k. Leds Indicadores de Velocidad.
- l. Fuente de alimentación redundante de 115 a 240 VAC (mínimo 2, instaladas y operativas) Fuente de Alimentación Redundante Instalada y Operativa.
- m. Frecuencia de voltaje de entrada 50 a 60 Hz.
- n. Temperatura de funcionamiento de -5 a 45 °C.
- o. Cumplimiento de la Norma IEEE 802.3az.
- p. Switch Rackeable en Gabinete de 19" Pulgadas.
- q. Protocolos de Ruteo Dinámico RIP V1/V2, RIP NG, IGMP V1/v2/v3, MLD, OSPF v2, DVMP, PIM-SM, PIM-DM. Incluye RFC 3580 Protección Password (Encriptado).
- r. Soporte ACL por puerto, basados información Capa 2,3 y 4.
- s. Alta disponibilidad de capa 3; VRRP o HSRP, SLB.
- t. Protocolos Instalados y Operativos: 802.3ad, 802.1w, 802.1d, 802.1s, 802.1p, 802.1Q, 802.3ab, 802.1x, 802.3z.
- u. Protocolos TCP, UDP, ARP, RARP, FTP, TFTP, DHCP, SSH, RMON, SNMP v1/v2/v3.
- v. Manejo Mayor o Igual a 32,000 Mac Address.
- w. Configuración de Vlans no menor a 1000 con 256 Vlans activas como mínimo.

#### Consideraciones

#### 1.9.2. Switches para las estaciones remotas

<b>FICHA TÉCNICA</b>
<b>SWITCHES PARA LAS ESTACIONES REMOTAS</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Switch industrial para ser montado en tableros de Telemetría (din/rail)</li> <li>b. Switch LAN FASTETHERNET 8 a más PUERTOS RJ-45 10/100 Mbps (para las estaciones Maestras y cabeceras deberán ser 1000 Mbps con posibilidad de ruteo – Capa 3) AUTOSENSING. (para algunos nodos se debe considerar con módulos de Fibra Monomodo nativos).</li> <li>c. Switch administrable con operación en las capas 2 y 3 del modelo OSI.</li> <li>d. Autonegociación FULL/HALF-DUPLEX en todos los puertos.</li> <li>e. Leds indicadores de velocidad 10/100.</li> </ol>

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 54 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- f. Operación entre 10 - 24 VDC (fuentes redundantes) y de -40 a 70 °C.
- g. Protocolos de ruteo dinámico RIP v1/v2, RIPNG y EIGRP.
- h. Incluye mecanismos de protección contra DOS.
- i. Soporte de ACLS por puerto, basados en información de capa 2, 3 y 4.
- j. Administración a través de interface WEB, CLI, SNMP, TELNET y utilitarios Windows.
- k. Debe soportar protocolos TCP, UDP, ARP, RARP, FTP/TFTP, DHCP, SSH, RMON.
- l. Deberá cumplir los protocolos industriales: UL 508, CSA 22.2 / 142, EN60204-1, EN61010-1, EN61131-2,
- m. Estándar de certificación de emisiones electromecánicas: FCC PART 15 CLASS A, EN 55022: 1998 (CISPR22).
- n. Configuración y administración de VLANs.
- o. Funcionalidad de QOS MULTILAYER. Clasificación de tráfico basada en direcciones MAC de origen y destino (capa 2), direcciones IP de origen y destino (capa 3) y puertos TCP/UDP (capa 4).
- p. Control de tormentas de BROADCAST, MULTICAST por puerto.

#### Consideraciones

### 1.10. Torres autoportada

<b>FICHA TÉCNICA TORRE AUTOSOPORTADA</b>
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Galvanizado en caliente Norma ASTM-A123</li> <li>b. Soportar el grado 9 de Magnitud de momento</li> <li>c. Debe estar acompañada del estudio estructural en donde se realice la instalación.</li> <li>d. Debe contener el estudio de suelos y de cimentación, los cuales deben incluir cálculos estructurales (reichter, velocidad de vientos, tipos de suelos, etc.), los cuales deben estar visados por el especialista estructural.</li> <li>e. Estudio de velocidades de aire a considerar de acuerdo a su altura.</li> <li>f. Debe contener tornillos y pernos en acero inoxidable.</li> <li>g. Toda la estructura debe estar revestida con pintura anticorrosiva (Marina).</li> <li>h. EL diseño de la altura deberá considerar el crecimiento demográfico (5 a 10 años).</li> <li>i. Debe contar con pararrayos.</li> <li>j. Debe contar con Luz de Balizaje, con tecnología LED Industrial (IP65) o solar.</li> <li>k. Para el acabado según requerimiento, en color blanco y naranja en franjas de acuerdo a lo estipulado en las Normas de la Organización Aeronáutica Civil – OACI.</li> </ul>
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas la Torres Autoportadas deben estar integradas a través de una Sala de Telecomunicaciones, debidamente hermética y climatizada.</li> <li>• La altura dependerá del estudio de Radiopropagación realizado.</li> </ul>

### 1.11. Torre ventada pesada

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	Código : GDIET004 Revisión : 00 Aprobado : JETIC Fecha : 2017.03.16 Página : 55 de 57
	Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas	

FICHA TÉCNICA TORRE VENTADA PESADA
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tipo: PESADO.</li> <li>b. Galvanizado en caliente Norma ASTM-A123</li> <li>c. Mínimo lado de 30x30cm</li> <li>d. Se podrá usar templadores rígidos de hierro galvanizado en caliente.</li> <li>e. En caso de usar templadores serán de acero inoxidable.</li> <li>f. Los Sujetadores serán de acero inoxidable.</li> <li>g. Los tornillos y pernos deberán ser de acero inoxidable.</li> <li>h. Toda la estructura debe estar revestido con pintura anticorrosiva (Marina).</li> <li>i. En caso de superar los 35 mts de altura como indica el MTC (salvo varié la norma) se debe considerar Luz de Balizaje, con tecnología LED Industrial o solar.</li> <li>j. Para el acabado según requerimiento, en color blanco y naranja en franjas de acuerdo a lo estipulado en las Normas de la Organización Aeronáutica Civil – OACI.</li> <li>k. EL diseño de la altura deberá considerar el crecimiento demográfico (5 a 10 años).</li> </ul>
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La altura dependerá del estudio de Radiopropagación realizado.</li> </ul>

## 1.12. Postes para comunicaciones

FICHA TÉCNICA POSTES PARA COMUNICACIONES
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Deben cumplir la NTP339.027</li> <li>b. El acero y cemento utilizado en la manufactura de postes deberá cumplir con las NTP 334.009, 334.082, 334.090, 341.029, 341.030, 341.031 y 350.002</li> <li>c. Mástiles de 6 mts de hierro galvanizado, abrazaderas y pernos en acero inoxidable.</li> <li>d. EL diseño de la altura deberá considerar el crecimiento demográfico (5 a 10 años).</li> </ul>
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para las estaciones remotas utilizadas por el EDP deben ser no menor a 21 metros.</li> </ul>

## 2. SOFTWARE DE MONITOREO

FICHA TÉCNICA SOFTWARE DE MONITOREO
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Familias de productos de procesadores Intel® Xeon® E5-4600 o E5-4600 v2</li> <li>b. Procesador de 4 sockets, 10 o 12 núcleos como mínimo</li> <li>c. Memoria 3 TB RAM DDR3 4 GB/8 GB/16 GB/32 GB/64 GB hasta 1866 MT/s, RAID 5 de 1 TB cada uno.</li> <li>d. Adaptadores de 1 Gb/10 Gb (4 puertos)</li> <li>e. Canales de fibra nativos en CPU, chasis BLADE,</li> </ul>

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 56 de 57
	<b>Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas</b>	

- f. Multigrabador Blue Ray & DVD.
- g. Tarjeta de Video (independiente) de alta definición mínimo de 4 GB de memoria con HDMI (incluir cable HDMI), monitor LED de 30" con entrada HDMI y cables
- h. Licencias de Windows Server y Office 2014, sin caducidad.

#### Consideraciones

- El software gestionara a través de protocolos SNMP v1/v2/v3 de todas las estaciones a la vez. Se deberá instalar en 03 PC como mínimo y deberá tener la aplicación Mobile para instalar en dispositivos móviles.

### 3. WORKSTATION

<b>FICHA TÉCNICA WORKSTATION</b>	
<b>Características técnicas mínimas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Idioma :Español/Ingles</li> <li>b. Procesador :Quad-core Intel® Xeon® E5 2640</li> <li>c. Memoria :8GB 1066MHz ECC</li> <li>d. Memoria Cache :20MB</li> <li>e. Video :NVIDIA Quadro® FX 3800 o superior</li> <li>f. Disco Duro :SATA 10K RPM 300GB</li> <li>g. Disco Óptico :DVD+/-RW</li> <li>h. Audio :Integrado Alta definición</li> <li>i. Chassis : Minitower</li> <li>j. Bahías :2 internas 3.5" HDD 3 externas 5.25" 1 externa 3.5"</li> <li>k. Slots :2 PCI-e x16</li> <li>l. 3 PCI slots Standard :I/O Ports (8)USB 2.0 (2 frontales, 6 posteriores) (1) serial (1) paralelo (2) PS/2 (1) RJ-45 Gigabit Ethernet controller</li> <li>m. Stereo line-in and headphone line-out</li> <li>n. Microphone y headphone connector en panel frontal</li> <li>o. Sistema Operativo :Genuine Windows® 7 Professional 64-Bit</li> <li>p. Monitor : LCD 27" WIDESCREEN</li> <li>q. Garantía : 3 Años de fabrica</li> <li>r. Accesorios :Mouse Óptico USB Teclado USB Parlante Interno</li> </ul>	
<b>Consideraciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los componentes deben ser de una misma marca para garantizar la confiabilidad, así mismo deben cumplir como mínimo con los estándares medio ambientales como EPEAT en categoría SILVER.</li> </ul>	

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : GDIET004 <b>Revisión</b> : 00 <b>Aprobado</b> : JETIC <b>Fecha</b> : 2017.03.16 <b>Página</b> : 57 de 57
	Sistema de Comunicaciones e Integración al Sistema SCADA de las Estaciones Remotas	

#### 4. GENERALES

##### 4.1. Cable coaxial

FICHA TÉCNICA CABLE COAXIAL
<b>Características técnicas mínimas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ancho de banda máximo 350Mhz.</li> <li>b. Soporte de velocidades hasta 1000 Mbps.</li> <li>c. Metraje impreso en el cable</li> <li>d. Interior núcleo de cobre</li> <li>e. Aislante y Malla metálica en el interior</li> <li>f. cubierta en polietileno resistente a los rayos UV.</li> <li>g. Tipo LMR-400</li> </ul>
<b>Consideraciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumple con la norma TIA 568B.2.</li> </ul>