

SELO DE LA ITAIPU BINACIONAL

X	APROBADO	RESPONSABLES	
	APROBADO C/ COMENTÁRIOS	OSAKO / KPMC /VINIMB/ GALILEU / WILSONC	AUDER / NYZNYK / MILTONGA / JRSILVA
	NO APROBADO		
	CANCELADO		
	INFORMATIVO		
	APTO PARA FIRMA	EN EL CASO DE UN DOCUMENTO DE CONTRATO, LA APROBACIÓN NO EXIME AL CONTRATISTA DE SU TOTAL RESPONSABILIDAD EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES CONTRACTUALES.	
FECHA		16/09/2025	



DOCUMENTO EXPEDIDO EN FORMATO DIGITAL SOLAMENTE

CONFIRMAR AUTENTICIDAD VIA EL SISTEMA DE ARCHIVO TÉCNICO DE ITAIPU BINACIONAL

R5	Revisión de ítems 5.2.3, 5.2.5.1.1, 5.2.9.2, 5.4, 5.7.2.1, 5.8.1, 6.1.1.8, 7, 11.1, 11.5 y ANEXO B	osako / kpmc / pazdiora / wilsonc/vinimb	auder/nyznyk/miltonga/jrsilva	16/09/2025
R4	Revisión del anexo C y de ítems 12.1 y 12.2	osako / kpmc / galileu / wilsonc/vinimb	auder/nyznyk/miltonga/jrsilva	08/09/2025
R3	Alteraciones en los ítems 4, 4.1 (tablas 1 y 3), 5.6.5, 5.7 (tablas 15 y 16), 5.7.2.4	osako / kpmc / galileu / wilsonc	auder/nyznyk/miltonga/jrsilva	30/04/2025
R2	Corrección de la cantidad de instrumentos; insertada especificación de los barómetros	galileu / wilsonc	nyznyk	26/07/2024
R1	Modificación del inicio del período de garantía (Equipos y Servicios)	galileu / wilsonc	nyznyk	12/04/2024
Nº	DESCRIPCIÓN	REVISOR (ES)	APROBACIÓN	FECHA

REVISIONES



EMISIÓN INICIAL

ÁREA RESPONSABLE

ENES.DT

DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y SISTEMAS DE CONTROL

DIRECCIÓN TÉCNICA

PROYECTO / AUTOR

GALILEU, WILSONC

VERIFICACIÓN

SFRAZAO, KPMC, JORGERAF

APROBACIÓN

NYZNYK

FECHA

09/04/2024

SISTEMA AUTOMÁTICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS - ADAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ÁREA INDUSTRIAL

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS - ADAS

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

CONTROL DEL EMISOR

-

FORMATO

A4

CÓDIGO DE ITAIPU

4006-20-15402-E

PÁGINA

1

REVISIÓN

R5

## ÍNDICE

1	GLOSARIO .....	8
2	OBJETIVO .....	9
3	NORMAS.....	10
4	ALCANCE DEL SUMINISTRO .....	11
4.1	EQUIPOS, MATERIALES Y LICENCIAS DE SOFTWARE .....	12
4.2	SERVICIOS .....	16
4.3	CAPACITACIÓN .....	17
5	REQUISITOS DE EQUIPOS, MATERIALES Y SOFTWARE .....	18
5.1	SOFTWARE DE GESTIÓN DE DATOS .....	18
5.1.1	Requisitos de Arquitectura.....	20
5.1.2	Perfiles de acceso a aplicaciones .....	20
5.1.3	Recepción y Almacenamiento de Datos de las UAR.....	20
5.1.4	Requisitos de procesamiento de eventos.....	20
5.1.5	Requisitos de impresión de eventos e informes.....	22
5.1.6	Requisitos de notificación de eventos .....	22
5.1.7	Requisitos de intercambio de datos externos .....	23
5.1.8	Requisitos de auditoría y trazabilidad .....	23
5.1.9	Requisitos de la interfaz hombre-máquina (IHM) .....	23
5.1.9.1	Requisitos Generales .....	23
5.1.9.2	Requisitos generales de pantallas de presentación .....	24
5.1.9.3	Requisitos generales para crear y actualizar las UAR .....	25
5.1.9.4	Pantalla de administración de instrumentos .....	25
5.1.9.5	Pantalla de análisis de lectura .....	27
5.1.9.6	Pantalla de eventos .....	28
5.1.9.7	Pantalla de supervisión de configuración del sistema.....	29
5.1.9.8	Pantalla de soporte para emisión de informes .....	29

5.1.9.9	Requisitos de la base de datos (DB) .....	30
5.2	UNIDADES DE ADQUISICIÓN REMOTA.....	30
5.2.1	Software para acceder y configurar las unidades de adquisición remota (UAR) .....	30
5.2.2	Requisitos Generales de las Unidades de Adquisición Remota .....	30
5.2.3	Compatibilidad con cantidad y tipo de sensores .....	32
5.2.4	Soporte para protocolos y herramientas de administrador .....	33
5.2.5	Capacidades de comunicación .....	33
5.2.5.1	Radiocomunicación.....	34
5.2.5.2	Comunicación por cable .....	35
5.2.6	Requisitos de alimentación .....	39
5.2.6.1	Paneles solares .....	40
5.2.6.2	Baterías de acumuladores.....	40
5.2.7	Requisitos de transmisión, recepción y almacenamiento de datos.....	40
5.2.8	Detallado de las Funcionalidades de las UAR .....	41
5.2.8.1	Adquisición, Tratamiento, Procesamiento, Almacenamiento y Transmisión de Datos .....	41
5.2.8.2	Función de Autodiagnóstico y Restablecimiento.....	42
5.2.8.3	Función de Alteración de Parámetros .....	42
5.2.8.4	Función de Comunicación de Datos .....	42
5.2.8.5	Requisitos Técnicos de Hardware .....	43
5.2.9	Características Constructivas y Pintura,.....	43
5.2.9.1	Características Constructivas .....	43
5.2.9.2	Pintura .....	44
5.2.10	Conjunto de Junction Box.....	44
5.2.11	Otros materiales de instalación y accesorios .....	45
5.3	ESTACIÓN CENTRAL DE RADIO .....	46
5.4	EQUIPO PARA CONFIGURACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS REMOTAS .....	46
5.4.1	Notebooks .....	47
5.4.2	Unidades de Lectura Portátil Digital .....	47
5.4.2.1	Especificaciones Generales .....	47

5.4.2.2	Procesador, sistema operativo y memoria .....	48
5.4.2.3	Energía .....	48
5.4.2.4	Display.....	48
5.5	PIEZAS DE RECAMBIO.....	49
5.5.1	Unidades de Adquisición Remota (UAR) y accesorios.....	49
5.5.2	Unidades de Adquisición Remota (UAR) con capacidad de radiocomunicación, y accesorios 49	
5.5.3	Conjunto de equipos, materiales y accesorios para el Sistema de Alimentación Eléctrica de las UAR con enlaces de Radiocomunicación. ....	49
5.5.4	Conjunto de <i>Junction</i> Box para instrumentos .....	49
5.5.5	Equipos de Radios y Antenas .....	50
5.5.6	Equipos complementarios para la infraestructura del sistema de comunicaciones (Ej.: Racks de comunicación, Conversores de Medios, BEO/DIO, etc).....	50
5.5.7	Conjunto de materiales de montaje, artículos varios y demás elementos para agilizar el mantenimiento y mantener una alta disponibilidad del sistema.....	50
5.5.8	Conjunto de sensores de recambio a ser suministrado .....	50
5.6	PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.....	50
5.6.1	DIRECTRICES PARA EL SUMINISTRO DE INFRAESTRUCTURAS ELECTROMECAÑICAS .	52
5.6.1.1	Electroductos .....	52
5.6.2	Cables eléctricos .....	52
5.6.3	Estructuras metálicas .....	52
5.6.4	INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES.....	53
5.6.4.1	Dibujos y documentos.....	54
5.6.4.2	Revisiones de planos y documentos existentes .....	54
5.6.5	INFRAESTRUCTURA PARA LA INTERCONEXIÓN CON EL PROCESO .....	54
5.6.5.1	Dibujos y documentos.....	56
5.7	SENSORES.....	56
5.7.1	Descripción general de sensores .....	58
5.7.2	Cantidades medidas y características mínimas de sensores .....	60

5.7.2.1	Desplazamientos horizontales medidos por péndulos directos e invertidos .....	60
5.7.2.2	Subpresiones .....	61
5.7.2.3	Desplazamiento de juntas entre bloques, tensiones en el interior del hormigón y en los refuerzos – medidas con instrumentos eléctricos .....	63
5.7.2.4	Deformación de fundaciones y taludes .....	63
5.7.2.5	Medidores de juntas.....	64
5.7.2.6	Desplazamiento de capas de suelo y/o roca .....	65
5.7.2.7	Caudales de infiltración .....	66
5.7.2.8	Pluviometría en el área del proyecto.....	66
5.7.2.9	Presión atmosférica.....	66
5.8	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	67
5.8.1	Datalogger .....	67
5.8.2	Multiplexores .....	68
5.8.3	Baterías - Fuentes de alimentación independientes.....	68
5.8.4	Equipo de Radio (Rango 902 MHz a 907,5 MHz y 915 Mhz a 928 MHz).....	69
5.8.5	Equipo de Radio (Rango 2.402 MHz a 2.472 MHz).....	69
5.8.6	Panel solar .....	70
5.8.7	Conjunto de antena y cables (900 MHz).....	70
5.8.8	Conjunto de antena y cables (2,4 GHz) .....	71
5.8.9	Supresor de sobretensiones .....	71
5.8.10	Power supply regulator .....	71
6	REQUISITOS DE SERVICIO .....	72
6.1	SERVICIOS DE MONTAJE, INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN.....	72
6.1.1	Requisitos de inspección y fiscalización del montaje.....	72
6.1.1.1	Horario de trabajo.....	72
6.1.1.2	Transporte de trabajadores .....	72
6.1.1.3	Bitácora de Obras .....	73
6.1.1.4	Equipos de Protección Individual (EPI) y Equipos de Protección Colectiva (EPC) .....	74
6.1.1.5	Uniforme Ignífugo – NR 10 .....	74
6.1.1.6	Materiales y dispositivos.....	75

6.1.1.7	Instalaciones del CONTRATISTA .....	76
6.1.1.8	Disposiciones Generales.....	76
6.2	SERVICIOS DE MIGRACIÓN DE DATOS .....	77
6.3	INTEGRACIÓN CON SISTEMAS DE LA ITAIPU .....	78
<b>7</b>	<b>CAPACITACIÓN .....</b>	<b>79</b>
7.1	MÓDULO 1 – TEÓRICO .....	79
7.2	MÓDULO 2 – PROCEDIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN.....	79
7.3	MÓDULO 3 – PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.....	80
7.4	MÓDULO 4 – SENSORES.....	80
<b>8</b>	<b>PLANOS Y DOCUMENTACIÓN.....</b>	<b>81</b>
8.1	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	81
8.2	REQUISITOS GENERALES .....	82
8.3	CRITERIOS PARA LA PRESENTACIÓN DE DOCUMENTOS.....	84
<b>9</b>	<b>LUGAR DE ENTREGA DE MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>86</b>
9.1	LUGAR DE ENTREGA DE MATERIALES Y EQUIPOS EN LA MARGEN IZQUIERDA.....	86
9.2	LUGAR DE ENTREGA DE MATERIALES Y EQUIPOS EN LA MARGEN DERECHA .....	86
9.3	LUGAR DE CUMPLIMIENTO DE LOS SERVICIOS .....	86
<b>10</b>	<b>PROCEDIMIENTOS PARA LA ACEPTACIÓN DEL SISTEMA.....</b>	<b>87</b>
<b>11</b>	<b>GESTIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>88</b>
11.1	WORKSTATEMENT .....	88
11.2	ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA .....	89
11.3	OBRAS CIVILES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO .....	91
11.4	PUESTA EN SERVICIO Y PRUEBAS DE DISPONIBILIDAD .....	91
11.5	SOFTWARE Y FORMATOS DE ENTREGA DE DOCUMENTOS .....	92
<b>12</b>	<b>SERVICIOS DE SOPORTE .....</b>	<b>94</b>
12.1	VISITAS DE SOPORTE PROGRAMADAS (PERIÓDICAS).....	94

12.2	VISITAS DE SOPORTE DE EMERGENCIA (APERIÓDICA) .....	95
13	<b>GARANTÍAS .....</b>	<b>97</b>
13.1	EQUIPOS, MATERIALES Y SERVICIOS.....	97
13.2	SOFTWARE.....	98
	<b>REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS.....</b>	<b>99</b>

## 1 GLOSARIO

ADAS	Automatic Data Acquisition System
CDA	Centro de Datos del ADAS
CFAP	Caja de fijación del Access Point
DC	Planos de Construcción (Interconexión)
DG	Distribuidor General
ECA	Estación Cliente ADAS
FSR	Full Scale Range
HA	High Availability
LC	Lista de Cables
LM	Lista de Materiales
LE	Lista de Electroductos
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SIRI	Sistema Integrado de Red Industrial
UAR	Unidad de Adquisición Remota
CHI	Central Hidroeléctrica ITAIPU
UTA	Unidad de Terminal de Acceso
RPO	Recovery Point Objective
RTO	Recovery Time Objective
SOAA	Sistema de Optimización de Análisis de Auscultación
SOM	Sistema de Operación y Mantenimiento



## 2 OBJETIVO

La presente Especificación Técnica tiene como objetivo establecer los requisitos mínimos que debe cumplir el CONTRATISTA para la modernización del Sistema Automático de Adquisición de Datos – ADAS de la Central Hidroeléctrica de ITAIPU (CHI).

### 3 NORMAS

Salvo que se establezca lo contrario, todos los dibujos, equipos y dispositivos, incluidos en el alcance del suministro, deberán fabricarse, ensamblarse y probarse de acuerdo con los requisitos aplicables de las normas que se enumeran a continuación, en su publicación más reciente:

- ANSI/TIA-568.0-D, Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises;
- ANSI/TIA-568.1-D, Commercial Building Telecommunications Cabling Standard;
- ANSI/TIA-568-C.2, Balanced Twisted-Pair. Telecommunications Cabling and Components;
- ANSI/TIA-568.3-D, Optical Fiber Cabling Components;
- ANSI/TIA-569-D, Commercial Building Standard for the Telecommunications Pathways and Spaces;
- ANSI/TIA-606-C, Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings;
- ANSI/TIA-607-B, Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications;
- ANSI/TIA-1005 - Telecommunications Infrastructure Standard for Industrial Premises;

Las normas mencionadas anteriormente no excluyen otras normas reconocidas, siempre y cuando aseguren igual o superior calidad que pueda presentarse en una posible adquisición. La ITAIPU es responsable de decidir si la norma alternativa propuesta es igual o superior a las posibles normas recomendadas.

#### 4 ALCANCE DEL SUMINISTRO

El suministro debe ser llevado a cabo en régimen de suministro único que incluye: Etapa de Workstatement; Elaboración del Proyecto Ejecutivo; suministro de todos los equipos, cables, materiales y accesorios de instalación, insumos, artículos varios, piezas de reposición, software y licencias; inspecciones y pruebas; embalaje y transporte; servicios de montaje, instalación, configuración y puesta en servicio (comisionamiento); DOCUMENTACIÓN; capacitación; visitas de soporte programadas y visitas de soporte de emergencia ; migración de datos del sistema antiguo al nuevo; integraciones requeridas con los sistemas de ITAIPU; garantías, y todos los demás elementos y servicios necesarios para el completo y perfecto funcionamiento de la solución.

En resumen, el alcance del suministro incluye, entre otros, la adquisición de materiales y servicios para la modernización y ampliación de los siguientes módulos ADAS:

- Reemplazo de Software de Adquisición y Gestión de Datos;
- Reemplazo en 24 Unidades de Adquisición Remota;
- Implantación de 04 nuevas Unidades de Adquisición Remota;
- Modernización del Sistema de Comunicaciones;
- Reemplazo de la automatización de 121 sensores instalados;
- Reemplazo de la interconexión de los terminales de instrumentos eléctricos con las UAR's (12 PG, 13 JI, 03 DA e 02 TN)
- Automatización de 214 nuevos instrumentos;
- Interconexión de terminales de instrumentos eléctricos con UAR (10 PG)
- Migración de datos heredados e integración con otros sistemas de ITAIPU.

Se observa que 4 (cuatro) de las 28 (veintiocho) UAR previstas en el suministro no cuentan con infraestructura preparada para su instalación (soporte, cobertura, puesta a tierra, suministro eléctrico, cableado, etc.), además para 1 (una) UAR nueva será necesaria la construcción de una caseta de protección. La construcción de la infraestructura adecuada para la instalación de equipos electrónicos de acuerdo con el proyecto a elaborar por el contratista forma parte del alcance del servicio del proyecto.

#### 4.1 EQUIPOS, MATERIALES Y LICENCIAS DE SOFTWARE

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Unidades de Adquisición Remota (UAR) con capacidad de comunicación vía Fibra Óptica, y accesorios.	23 un.	5.2
2	Unidades de Adquisición Remota (UAR) con capacidad de radiocomunicación, y accesorios.	5 un.	5.2
3	Conjunto de equipos, materiales y accesorios para el Sistema de Alimentación Eléctrica de las UAR con enlaces de Radiocomunicación.	5 un.	5.2.6
4	Conjunto de <i>Junction Box</i> para instrumentos.	1 conj.	5.2.10
5	Notebooks.	4 un.	5.4
6	Unidad de lectura portátil digital.	2 un.	5.4

Tabla1 – Descripción de equipos y materiales

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Equipo de Radio	1 cj	5.3
2	Antena para equipo de Radio	1 cj	5.3
3	Accesorios para la Estación Central de Radio	1 cj	5.3

Tabla2 – Descripción de los equipos y materiales de la Estación de Radio

Nota: La cantidad de equipos y accesorios a suministrar para los ítems de la Tabla2 dependerá de la cantidad de frecuencias de operación ofertadas (900Mhz y 2.4GHz). Para obtener más información, consulte la sección 5.2.5.1.1.

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Péndulos directos	15 un.	5.7
2	Péndulos invertidos	7 un.	5.7
3	Flujómetros	41 un.	5.7
4	Piezómetros (PS) – Con manómetro	56 un.	5.7
5	Piezómetros (PS) – Nivel de agua	59 un.	5.7
6	Piezómetros (PG)	22 un.*	5.7
7	Extensómetros (Total de vástagos)	149 un.	5.7
8	Medidor Triortogonal (Instrumentos y Sensores)	3 un.**	5.7
9	Pluviómetros	3 un.	5.7
10	Barómetro	2 un.	5.7
11	Medidores eléctricos de junta	13 un.***	5.7
12	Deformímetros de armadura	03 un.***	5.7
13	Tensómetros	02 un.***	5.7

Tabla3 – Tipos y cantidad de sensores a suministrar

(\*) PG son piezómetros Geonor ya instalados y tendrán sus terminales conectados a las UAR's, siendo 12 ya automatizados y 10 a automatizar.

(\*\*) Será automatizado 1 Medidor triortogonal, por lo que se consideran 3 sensores, uno para cada dirección

(\*\*\*) Estos instrumentos ya están instalados y tendrán sus terminales conectados a las UAR's. Ver ítem 5.7.2.3

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Sistema de Gestión de Datos del ADAS (con licencias requeridas)	1 un.	5.1
2	Software de acceso y configuración a unidades de adquisición remota (UAR)	1 un.	5.2.1

Tabla4 – Descripción del software a ser suministrado

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Cables Ópticos	10.000 m	5.6
2	Equipos complementarios para la infraestructura del sistema de comunicaciones (Ej.: Racks de comunicación, Conversores de Medios, BEO/DIO, etc).	1 conj.	5.6
3	Electroductos para montaje de infraestructura para tendido de cables de comunicación	10.000 m	5.6
4	Cables para interconexión de las UAR con los instrumentos	50.000 m	5.6
5	Electroductos para montaje de infraestructura para tendido de cables de interconexión con los instrumentos	10.000 m	5.6
6	Conjunto de materiales y accesorios para el montaje de la infraestructura para el tendido de cables en general	1 conj.	5.6

Tabla5 – Descripción de equipos y materiales de soporte a la infraestructura de comunicaciones y procesos

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Unidades de Adquisición Remota (UAR) y accesorios.	3 un.	5.5.1
1	Unidades de Adquisición Remota (UAR) con capacidad de radiocomunicación, y accesorios.	1 un.	5.5.2
2	Conjunto de equipos, materiales y accesorios para el Sistema de Alimentación Eléctrica de las UAR con enlaces de Radiocomunicación.	2 un.	5.5.3
3	Conjunto de <i>Junction Box</i> para instrumentos	10 un.	5.5.4
4	Equipos de Radios y Antenas	2 conj. (*)	5.5.5
5	Equipos complementarios para la infraestructura del sistema de comunicaciones (Ej.: Racks de comunicación, Conversores de Medios, BEO/DIO, etc).	1 conj.	5.5.6
6	Conjunto de materiales de montaje, misceláneas, y demás elementos para agilizar el mantenimiento y mantener una alta disponibilidad del sistema	1 conj.	5.5.7

Tabla6 – Descripción de equipos y piezas de recambio

(\*) En caso de ofertar enlaces de radio con dos frecuencias operativas (900 MHz y 2.4 GHz) será "4 conj." (2 conjuntos para cada frecuencia operativa), en caso de ofertar enlaces de radio con una sola frecuencia operativa (2.4 GHz) será "2 conj." (Ver ítem 5.2.5.1.1, sexta viñeta).

## 4.2 SERVICIOS

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Workstatement	1 un.	11.1
2	Proyecto de Montaje en Fábrica y Plan de Inspección y Pruebas en Fábrica (PIT)	1 conj.	8
3	Proyecto de Montaje en Campo y Plan de Inspección y Pruebas en Campo (PTC)	1 conj.	8
4	Pruebas de Aceptación en Fábrica - TAF	1 un.	10
5	Montaje, Instalación y Configuración en Campo	1 un.	6.1
6	Pruebas de Aceptación en Campo - TAC	1 un.	10
7	Migración de datos del sistema heredado	1 un.	6.2
11	Visitas de soporte programadas	9 un.	12.1
12	Visitas de soporte de emergencia	6 un.	12.2
13	Integración con Sistemas de ITAIPU (Banco de Hora)	1000 horas.	6.3
14	As-Built	1 conj.	8

Tabla7 – Descripción de servicios relacionados a la Modernización del ADAS

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Proyecto de Montaje en Campo y Plan de Inspección y Pruebas en Campo (PTC)	1 cj	5.6
2	Montaje, Instalación y Configuración en Campo	1 un.	6.1
3	Pruebas de Aceptación en Campo	1 un.	10

Tabla8 – Descripción de servicios relacionados con el Proyecto de Infraestructura



Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Péndulos directos	1 un.	5.5.8
2	Péndulos invertidos	1 un.	5.5.8
3	Flujómetros	4 un.	5.5.8
4	Piezómetros (PS) – Lector con Manómetro	5 un.	5.5.8
5	Piezómetros (PS) – Lector con Nivel de Agua	5 un.	5.5.8
6	Extensómetros (Total de vástagos)	15 un.	5.5.8
7	Medidor Triortogonal	1 un.	5.5.8
8	Pluviómetros	1 un.	5.5.8
9	Barómetro	1 un.	5.5.8

Tabla9 – Tipos y cantidad de sensores de recambio a suministrar

#### 4.3 CAPACITACIÓN

Inciso	Descripción	Cantidad	Referencia
1	Capacitación de usuarios	1 un.	7.1
2	Capacitación de administración	1 un.	7.2
3	Capacitación de mantenimiento	1 un.	7.3
4	Capacitación de sensores	1 un.	7.4

Tabla10 – Descripción de la Capacitación

## 5 REQUISITOS DE EQUIPOS, MATERIALES Y SOFTWARE

Las siguientes secciones establecen requisitos mínimos que debe cumplir el CONTRATISTA en el suministro de equipos, materiales y software.

Todo el equipo suministrado debe ser nuevo. Si se encuentran problemas durante la instalación, se debe reemplazar el equipo defectuoso, no siendo permitido el reacondicionamiento.

### 5.1 SOFTWARE DE GESTIÓN DE DATOS

ITAIPU proporcionará todo el entorno para la instalación y mantenimiento del software de gestión de datos del ADAS. No se aceptarán soluciones tipo *SaaS - Software as a Service* alojadas en entornos externos. La Figura 1 ilustra el esquema de cómo los sistemas, tal como el software a suministrar, utilizan la infraestructura de la ITAIPU (SIRI) como un servicio, utilizando recursos de procesamiento, almacenamiento y red.

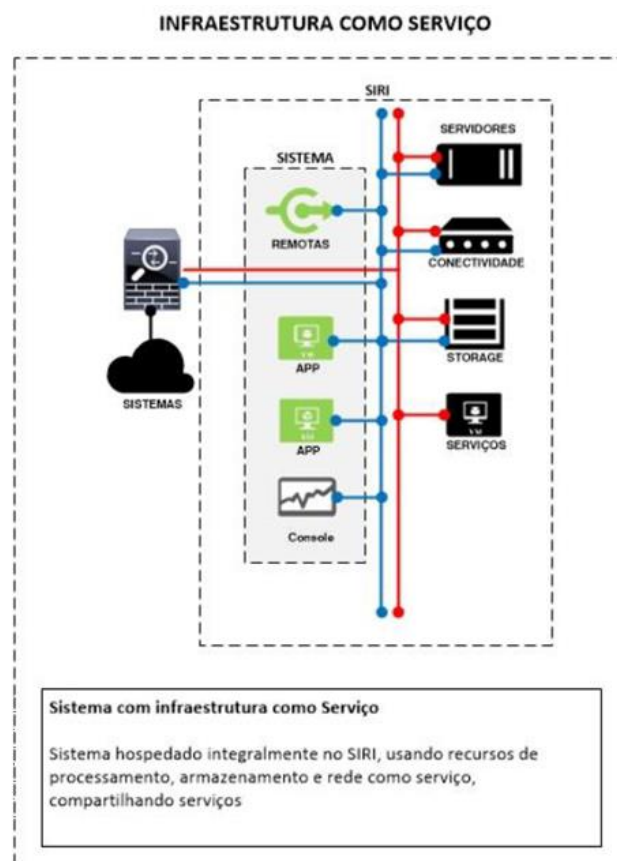


Figura 1 – Esquema de sistemas alojados íntegramente en SIRI

Utilizando el entorno proporcionado, buscamos obtener los siguientes recursos y funcionalidades:

- Replicación de datos nativos entre elementos del clúster;
- Incorporación de recursos de alta disponibilidad;
- Implementación de una rutina de copia de seguridad automatizada;
- Mover máquinas virtuales entre entornos físicos;
- Abstracción del Hardware sobre el que se ejecuta el sistema operativo;
- Estandarización de rutinas de mantenimiento;
- Escalabilidad dinámica de disco, memoria, red y recursos de procesamiento;
- Incorporación de nuevos elementos de seguridad.

La aplicación a suministrar deberá ser compatible con la infraestructura puesta a disposición por la ITAIPU. Para ello se deben considerar las siguientes características:

- La solución suministrada debe ser compatible con VMWare;
- Los datos deben almacenarse en una base de datos SQLServer;
- La solución **No** debe utilizar una licencia de software a través de Token con Hardlock;

Se deberá suministrar la siguiente información para la correcta provisión del entorno adecuado:

- Versión del sistema operativo requerido;
- Definición de requisitos tipo RTO – *Recovery Time Objective* / HA – *Recovery Point Objective* para la aplicación, para establecer criterios de HA – *High Availability* para ser aplicado;
- Cantidad esperada de uso de memoria de disco y crecimiento anual;
- Recomendación de memoria RAM;
- Recomendación de procesamiento.

#### 5.1.1 Requisitos de Arquitectura

- El sistema debe estar basado en web y debe ejecutarse en un servidor de aplicaciones apropiado, conocido en el mercado y con documentación suficiente para una adecuada resolución de problemas (troubleshooting);
- El sistema deberá estar virtualizado y funcionar adecuadamente en un entorno de alta disponibilidad, a ser proporcionado por la ITAIPU.
- No se aceptarán soluciones puestas a disposición en la nube pública.

#### 5.1.2 Perfiles de acceso a aplicaciones

- El sistema debe contar con una pantalla de inicio de sesión para identificar al usuario y sus credenciales;
- El sistema debe permitir la creación de tantos perfiles de acceso como sean necesarios, con diferentes permisos. Inicialmente está prevista la creación de los siguientes perfiles: Usuario, mantenimiento y administrador.
- El sistema deberá permitir la integración con los AD disponibles en la infraestructura proporcionada por la ITAIPU;

#### 5.1.3 Recepción y Almacenamiento de Datos de las UAR

- Los datos recibidos de las UAR serán almacenados en la BD del Centro de Datos para fines de consulta;
- Los datos deben almacenarse de manera que permitan su copia de seguridad y restauración.

#### 5.1.4 Requisitos de procesamiento de eventos

- Los eventos pueden ser de 4 (cuatro) tipos:
  1. Alarmas predefinidas por el administrador;
  2. Avisos de supervisión de las UAR;
  3. Avisos de mal funcionamiento de sensores;
  4. Avisos de límite de valor de los instrumentos alcanzado.

- Debe ser posible configurar límites de valores para las magnitudes leídas por los sensores (Ej.: valores del proyecto) para que sirvan como gatillos disparadores. Estos valores deben ser obtenidos y configurados por usuarios con el permiso de acceso adecuado;
- Debe ser posible configurar límites basados en los valores máximo y mínimo histórico: Cuando está habilitado, se debe generar un evento cada vez que el valor leído exceda el límite histórico máximo y/o mínimo para el instrumento específico;
- Todo evento debe ser señalado al usuario en la pantalla principal de la Interfaz Hombre-Máquina – IHM. Se pueden utilizar colores para diferenciar el funcionamiento normal del anormal. Debe ser posible diferenciar:
  1. UAR con funcionamiento normal (Ej.: Verde);
  2. UAR deshabilitada (Ej.: Gris);
  3. UAR con evento de alarma o límite de valor del instrumento alcanzado (Ej.: Rojo);
  4. UAR con alarma o mal funcionamiento del sensor detectado (Ej.: Amarillo).
- Los eventos de las UAR solo deben señalarse para las UAR habilitadas. Los eventos de las UAR deshabilitadas deben suprimirse de la pantalla de eventos principal;
- Los eventos deben poder ser reconocidos por usuarios con permiso para hacerlo, cambiando su estado. En este caso se deberá hacer constar la fecha y hora de la acción de reconocimiento, consignando el motivo del reconocimiento;
- Debe ser posible verificar los detalles del evento en una Lista de eventos, a la que se puede acceder fácilmente a través del menú. El área de detalles del evento debe mostrar como mínimo:
  1. Identificación de la UAR;
  2. Descripción del evento;
  3. Fecha;
  4. Estado (Ej.: Activo, o Fecha de resolución si es reconocida por el usuario).
- Al hacer clic en Estado del evento, debe ser posible ver el motivo del reconocimiento del evento;
- Debe ser posible paginar la Lista de Eventos, definiendo el número máximo de registros por página (Ej.: 50, 100 o 200 registros).
- Debe ser posible realizar filtros en la lista de eventos:

1. Por UAR;
  2. Por período;
  3. Por tipo de ocurrencia (Ej.: Sin transmisión, corte de energía, batería baja, falla del sensor, límite de valor excedido);
  4. Estado de alarma Activo.
- Debe ser posible exportar la lista de alarmas a archivos externos (Excel, por ejemplo);
  - Todos los eventos no reconocidos deben señalizarse con un código de colores y una frecuencia de alternancia de colores, descritos en el manual del usuario.

#### 5.1.5 Requisitos de impresión de eventos e informes

- Debe ser posible emitir todos los eventos registrados en la base de datos en forma de informe;
- La impresión de eventos e informes deberá contener al menos los siguientes datos:
  - Identificación de la UAR;
  - Tipo de instrumento;
  - Descripción del evento;
  - Fecha;
  - Estado (Ej.: Activo, o Fecha de resolución si es reconocida por el usuario).
  - Motivo del reconocimiento del evento.
- Debe ser posible aplicar filtros individuales o una combinación de filtros. Los parámetros que se deben utilizar son:
  - UAR;
  - Tipos de instrumentos;
  - Período;
  - Estado de la UAR.

#### 5.1.6 Requisitos de notificación de eventos

- El administrador de sistemas debe tener permiso para configurar notificaciones de eventos para que se envíen por correo electrónico;

- Debe ser posible configurar los tipos de eventos y destinatarios que desea notificar.

#### 5.1.7 Requisitos de intercambio de datos externos

- El control de acceso al CDA y las configuraciones de acceso/integración deben ser realizados por la ITAIPU en el entorno SIRI;
- La aplicación debe poder integrarse con los siguientes sistemas, proporcionando mecanismos de intercambio de datos:
  - PI Osisoft;
  - Sistema Sismológico;
  - SOAA;
  - SOM: Recuperación de datos hidrológicos, solicitudes de mantenimiento, y servicios y mantenimientos realizados.

Como la integración de ADAS requiere conocimiento previo de los sistemas involucrados, además involucra a otros fabricantes, se dispuso un mecanismo de solicitud/ asistencia a través de un Banco de Horas de Servicios de Integración, para ser utilizado a pedido de la ITAIPU. Más detalles sobre la Integración de Sistemas se pueden encontrar en la sección 6.3.

#### 5.1.8 Requisitos de auditoría y trazabilidad

- El sistema debe permitir la identificación de los responsables y las fechas de actividades realizadas en el sistema (Ej.: cambiar la configuración de parámetros de sensores, acceso, creación de usuarios, etc.);
- Los datos de auditoría deben almacenarse y estar disponibles en un registro y en un área específica.

#### 5.1.9 Requisitos de la interfaz hombre-máquina (IHM)

##### 5.1.9.1 Requisitos Generales

- La interacción con el Sistema debe ser a través de una interfaz gráfica intuitiva y responsiva.

### 5.1.9.2 Requisitos generales de pantallas de presentación

- La pantalla principal debe ser personalizable, según el perfil del usuario que haya iniciado sesión. Debe ser posible definir diferentes paneles y relacionarlos con perfiles.
- Pantalla de presentación de perfiles de mantenimiento:
  - La pantalla de presentación general deberá mostrar esquemáticamente el plano general de la Presa, con la ubicación e identificación de la UAR e instrumentos asociados a la misma. Un ejemplo de una pantalla de presentación se ilustra en Figura 2;
  - Para localización de las UAR, se debe disponer de un mapa que represente fielmente la latitud y longitud de cada una de ellas. La siguiente pantalla presenta una pantalla con las UAR posicionadas según la Latitud/Longitud/Altitud configurada para cada una de ellas:

Mapa das unidades de armazenamento remota (UAR)

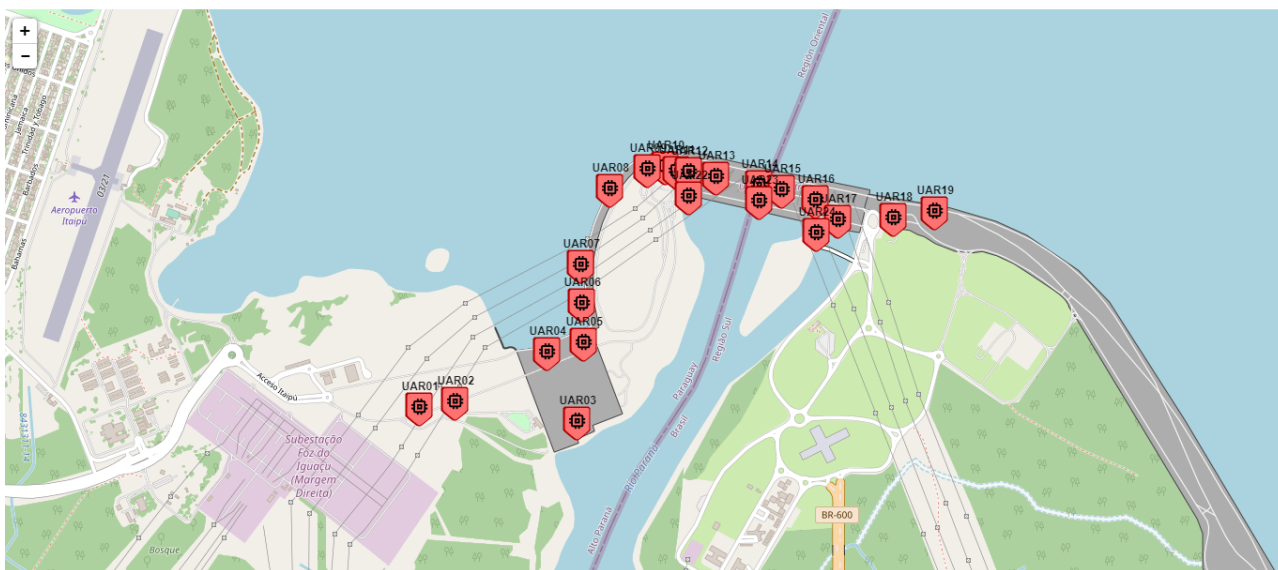


Figura 2 – Pantalla General

- Debe permitir hacer zoom, mostrando con mayor detalle un plano parcial del área seleccionada;
- Ver listado de instrumentos automatizados en la UAR;
- Debe mostrar, con un clic del mouse o una simple superposición del cursor, información básica sobre la UAR y su estado. Opcionalmente deberá visualizarse la



sección transversal del bloque instrumentado, indicando los instrumentos automatizados, con enlace de acceso directo a la pantalla gráfica de las lecturas;

Desde esta pantalla principal debe ser posible activar directamente cualquier otra pantalla de funciones principales del sistema.

- Pantalla de presentación de perfiles de usuario:
  - Información sobre el estado de los instrumentos.

#### 5.1.9.3 Requisitos generales para crear y actualizar las UAR

- La configuración solo debe ser realizada por usuarios autenticados y autorizados.
- Debe permitir registrar, modificar y eliminar UAR.
- Debe permitir la exportación e importación de las configuraciones de una UAR.
- Debe permitir habilitar o deshabilitar las UAR.
- Debe permitir enumerar las UAR. La lista debe incluir como mínimo:
  - Condición de la UAR (Ejemplo: Funcionando normalmente, Problemas con los sensores, Problemas con la batería);
  - Identificación de la UAR;
  - Ubicación de la UAR;
  - Sección de instalación de la UAR;
  - Cota de instalación de la UAR;
  - Estado (Ej.: Activo o Desactivado).
- Debe permitir el registro de la UAR posicionándola en un mapa, o definiendo la longitud y latitud.

#### 5.1.9.4 Pantalla de administración de instrumentos

- La administración de los instrumentos sólo debe ser realizada por usuarios autenticados y autorizados.
- Debe permitir registrar, modificar, visualizar y eliminar instrumentos.
- Debe disponer de una interfaz específica para la gestión de instrumentos, accesible a través de un menú en la pantalla principal.
- Debe ser posible activar o desactivar un instrumento.
- Debe ser posible mostrar una lista de todos los instrumentos en forma de tabla. La lista debe contener mínimamente:

- Datos del instrumento: Identificador de Condición, Ubicación, UAR al que está conectado, Tipo de Instrumento y Estado (Activo o Desactivado);
- Permitir la paginación de la lista con un máximo definido de instrumentos por página; Tener como mínimo los filtros: Por UAR (Ej.: identificador), por tipo de instrumento (Ej.: Barómetro, Deformímetro de Armadura, Extensiómetro, etc.), Por Estado (Activo o Desactivado).
- La lista debe permitir clics que lo lleven a la pantalla para editar los detalles del instrumento seleccionado.
- Debe ser posible visualizar las lecturas almacenadas del sensor en cuestión en formato de tabla, con posibilidad de filtrado por período. La tabla debe contener mínimamente:
  - Fecha de las mediciones tomadas;
  - Parámetros leídos (canales);
  - UAR a la que pertenece;
  - Ubicación del instrumento (bloque, estaca, elevación);
  - Estado - operativo o no.
- En la pantalla de registro y edición de instrumentos debe ser posible:
  - Especificar el tipo de instrumento
    - Barómetro – PA;
    - Deformímetro de armadura – DA;
    - Extensiómetro – EM;
    - Medidor de caudal – MT;
    - Medidor Eléctrico de Junta – JI;
    - Péndulo Directo – PD;
    - Péndulo Invertido – PI;
    - Piezómetro Standpipe – PS;
    - Piezómetro eléctrico Geonor – PG;
    - Tensiómetro para Concreto – TN;
    - Inclínómetro- EN;
    - Pluviómetro - PV
    - Medidor Triortogonal de Juntas – MT.
- Según el tipo de instrumento seleccionado, debe ser posible registrar los parámetros de la hoja de calibración específica del instrumento relacionado.

- Debe ser posible adjuntar documentos como, por ejemplo, la hoja de calibración utilizada.
- La fórmula que se utilizará para calcular el valor de ingeniería para el tipo de instrumento específico debe ser editable/configurable;
- Registrar información general del instrumento
  - Nombre;
  - Ubicación;
  - Número de serie;
  - Campos definidos por el usuario: Se deben realizar relevamiento de los requisitos aprobados por ITAIPU para que los campos sean incluidos en el registro y se dejen de forma configurable, sin necesidad de cambiar el código fuente;
 Adjuntar documentos (Ej.: hoja de calibración en .pdf).
- Debe ser posible editar instrumentos existentes, cambiar sus fórmulas y realizar cualquier otro ajuste en el registro, sin necesidad de cambios en el código fuente.

#### 5.1.9.5 Pantalla de análisis de lectura

La pantalla de lecturas de sensores debe ser accesible haciendo clic en la UAR específica en la Pantalla de Presentación General, o a través de un menú específico. La pantalla debe:

- Permitir la selección de una o más UAR;
- Permitir filtrar el período de análisis definiendo la fecha de inicio y la fecha de finalización;
- Permitir seleccionar uno o más instrumentos para utilizarlos en el análisis de forma sencilla, independientemente de la UAR a la que estén conectados;
- Al ejecutar el análisis, mostrar los gráficos de instrumentos para el período seleccionado;
- Permitir exportar el análisis a:
  - Datos: CSV, XLS, TXT y PDF;
  - Gráfico: PNG, PDF.
- Los gráficos que muestren el análisis deben tener los siguientes facilitadores:
  - Gráficos adecuados para cada tipo de instrumento;
  - Inserción de comentarios en el propio gráfico;
  - Escala automática *por defecto* para x e y para visualización inicial y escala configurable;
  - Ver los límites de los valores de los instrumentos definidos por los usuarios;

- Ver los límites históricos de los valores de los instrumentos registrados por el sistema;
- Posibilidad de hacer zoom, tanto en el eje x como en el eje y;
- Botón de reinicio del zoom;
- Permitir reservar una lectura específica;
- Permitir la creación de gráficos en diferentes ejes;
- Permitir cambiar el color de la serie;
- Permitir guardar configuraciones de gráficos para reutilizarlas en otras sesiones;
- Permitir definir intervalos de lectura (por hora, por día, por semana);
- Permitir visualización de gráficos conjuntamente con variables hidrometeorológicas;
- Permitir establecer valores máximos y mínimos;
- Permitir mostrar gráfica con un valor diario (promedio).

#### 5.1.9.6 Pantalla de eventos

- Esta pantalla mostrará los distintos eventos relacionados con las UAR, Centro de Datos.
- Debe ser posible observar los eventos en formato de tabla, que debe presentar los datos ordenados según varios criterios predefinidos. En esta pantalla deberán aparecer al menos los siguientes datos:
  - nombre o siglas de la UAR/Centro de Datos
  - identificación de la UAR;
  - descripción del evento;
  - fecha y hora;
  - caracterización del evento (alarmas, sobrepaso de límites de diseño, sobrepaso de límites históricos, etc.);
  - Estado (Ej.: Activo, o Fecha de resolución si es reconocida por el usuario): Los eventos deben poder ser reconocidos por el usuario, alternando su estado. En este caso deberá hacerse constar la fecha y hora de la acción de reconocimiento.
- Debe ser posible paginar la Lista de Eventos, definiendo el número máximo de registros por página (Ej.: 50, 100 o 200 registros).
- Debe ser posible realizar filtros en la lista de eventos:
  - Por período;

- Por tipo de ocurrencia (Ej.: Sin transmisión, corte de energía, batería baja, falla del sensor);
- Estado de alarma;
- Debe ser posible exportar la lista de alarmas a archivos externos (.csv, .xls y .txt);
- Todos los eventos no reconocidos deben señalizarse con un código de colores y una frecuencia de alternancia de colores, descritos en el manual del usuario;
  - Permitir notificación predefinida a usuarios registrados para cada tipo de alarma.

#### 5.1.9.7 Pantalla de supervisión de configuración del sistema

- Se deberá disponer de una pantalla que proporcione información operativa de las UAR. Sólo los usuarios autenticados y autorizados deben tener acceso a esta pantalla.
- Como mínimo, se deberán prever los siguientes estados para las UAR:
  - UAR en funcionamiento y operación (adquiriendo datos), en línea;
  - UAR en mantenimiento;
  - UAR fuera de funcionamiento por avería.
- También se deben externalizar los siguientes parámetros programables de la UAR colocando el cursor sobre la UAR en la pantalla o escribiendo la sigla de la UAR:
  - Intervalos fijos de solicitud de datos;
  - Valores límite para diferentes tipos de alarmas;
  - Habilitar/deshabilitar alarmas;
  - Nivel de referencia para diferentes tipos de alarma;

#### 5.1.9.8 Pantalla de soporte para emisión de informes

Esta pantalla debe:

- Habilitar la definición de tiempos/períodos para la impresión automática de informes.
- Habilite la elección de gráficos y tablas para imprimir.
- Habilite la impresión de un informe solicitada por el usuario.
- Habilitar la configuración de envío de informes automáticamente por correo electrónico a usuarios registrados.

#### 5.1.9.9 Requisitos de la base de datos (DB)

- La Base de Datos SQLServer para la instalación del sistema será proporcionada por la ITAIPU.
- La Base de Datos debe almacenar los siguientes datos básicos:
  - datos adquiridos y transmitidos por las UAR;
  - Eventos de las UAR, Centro de Datos;
  - Parámetros del Centro de Datos;
  - Parámetros de las UAR;
  - Auditoría de los cambios que se producen en la base de datos.
- El CONTRATISTA será responsable de registrar e incluir en el sistema toda la información y datos de los instrumentos a automatizar, incluido el historial de lecturas, para que el sistema tenga todos sus módulos en perfecto funcionamiento al finalizar la obra. Los datos de registro necesarios serán proporcionados por ITAIPU, previa solicitud del CONTRATISTA.

### 5.2 UNIDADES DE ADQUISICIÓN REMOTA

#### 5.2.1 Software para acceder y configurar las unidades de adquisición remota (UAR)

Se debe proporcionar software y licencias para acceder y configurar todas las UAR localmente (con notebook) y de forma remota.

#### 5.2.2 Requisitos Generales de las Unidades de Adquisición Remota

- El programa de operación y los datos cargados se almacenan en la memoria interna no volátil, permitiendo que los datos y el programa se mantienen inalterados en caso de un corte de energía;
- Adquisición de datos solicitados manualmente por el usuario. En cualquier momento debe ser posible solicitar de forma remota la lectura de los valores de los instrumentos de una UAR.
- Procesamiento de lecturas y almacenamiento de datos.
- Autodiagnóstico de fallas y supervisión de las condiciones de operación de equipos y dispositivos.

- La UAR debe incluir filtros de ruido externos basados en análisis espectral (frecuencia) para todas las mediciones de sensores de cuerda vibratoria.
- Permitir la adquisición de datos desde equipos portátiles de mantenimiento en la propia UAR, como notebook de campo o un lector portátil para instrumentos de cuerda vibratoria.
- Verificación de la consistencia de las lecturas, permitiendo indicar la validez preliminar de los datos.
- Disponer de un reloj interno en tiempo real con una precisión de  $\pm 3$  minutos al año e incluir verificación automática del reloj en un servidor o GPS.
- La UAR debe tener canales universales de medición y control que puedan programarse para una variedad de funciones. Por ejemplo, la UAR debe tener la capacidad de proporcionar un canal específico para excitación y medición para cada tipo de sensor (por ejemplo, instrumentos de cuerda vibratoria, transmisores de 4-20 mA, etc.).
- Todas las UAR deben tener una forma y configuración estandarizada y consistente, incluido un registrador de datos (datalogger) y multiplexores con regletas de terminales para conectar sensores, lo que permite intercambiarlos rápidamente entre sí. Pueden diferenciarse entre sí únicamente en los módulos específicos correspondientes a los sensores conectados a cada remota.
- Cada UAR debe ser compatible con los sensores que se le conectarán.
- Las UAR deberán ser suministradas con todos sus componentes, materiales, accesorios e insumos, para su completa instalación y perfecto funcionamiento, incluyendo interconexión con sensores, suministro eléctrico, protección contra sobretensiones, cableado, comunicación, etc. La comunicación entre las UAR y la Estación Central será mediante el protocolo TCP/IP con interfaces para comunicación en red mediante Ethernet.

### 5.2.3 Compatibilidad con cantidad y tipo de sensores

La tabla del ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS presenta la cantidad y tipos de sensores que el CONTRATISTA debe considerar al momento de suministrar las UAR.

Se deben considerar las siguientes restricciones a la hora de preparar la propuesta de solución para ITAIPU:

- Sensores tipo Carlson: Un total de 3 de los 24 UAR existentes actualmente leen sensores de tipo Carlson. Este tipo de sensor requiere técnicas de medición específicas. Es obligatorio que todo el conjunto de equipos y dispositivos suministrados sean compatibles con la lectura de este tipo de sensores.
- Estandarización de equipos: El conjunto de dispositivos y equipos suministrados debe ser el mismo para todas las UAR. No se permitirá el suministro de equipos que realicen la misma función de distintos fabricantes.
- Cuantificación de componentes: La definición de la cantidad de componentes es responsabilidad del CONTRATISTA. La configuración de los componentes varía según las características de las UAR.
- El diseño y cuantificación de las UAR deberá considerar los siguientes elementos de carácter meramente informativo:
  - Tipo de sensor: Actualmente, 18 UAR están equipadas con sensores de tipo péndulo.
  - Cantidad de multiplexores: Actualmente las UAR cuentan con un mínimo de 1 multiplexor y un máximo de 2. El número de multiplexores debe dimensionarse según el número de sensores instalados en las UAR. Los sensores conectados a cada UAR se muestran en la ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS.
  - Tipo de comunicación entre UAR y CDA: Hay que considerar que un total de 2 de las 24 UAR existentes utilizarán comunicación por radio. El material para las 4 nuevas UAR debe incluir equipos que permitan la comunicación por radio, totalizando 5 UAR con radiocomunicación. Las UAR restantes utilizarán comunicación por cable mediante fibra óptica.



Para más detalles, considere la tabla ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS.

La Tabla 11 muestra un resumen de las especificidades de las UAR para la cuantificación de sus componentes.

Especificidades	Cantidad
Número total de UAR en funcionamiento a modernizar	24
Total de UAR nuevas que se instalarán	4
Número total de UAR capaces de comunicarse vía radioenlace, considerando las UAR en operación y las UAR nuevas.	5
UAR con capacidad para leer sensores tipo Carlson, considerando las UAR en funcionamiento y las UAR nuevas.	3
UAR con capacidad para leer sensores tipo péndulo, considerando las UAR en funcionamiento y las UAR nuevas.	18

Tabla 11 – Especificidades para la cuantificación de los componentes de las UAR.

#### 5.2.4 Soporte para protocolos y herramientas de administrador

- Debe ser compatible con el protocolo SNMPv3;
- Debe ser compatible con Zabbix.

#### 5.2.5 Capacidades de comunicación

La UAR deberá permitir la integración a la red de comunicaciones con las siguientes opciones:

- Radiocomunicación;
- Comunicación por cable;

Independientemente del medio de comunicación utilizado, las UAR deben permitir la comunicación con el servidor y el software de gestión de datos de forma adecuada.

### 5.2.5.1 Radiocomunicación

#### 5.2.5.1.1 Equipo de radio-transmisión de las UAR

- El CONTRATISTA deberá suministrar equipos de radiocomunicación, antenas y ensambles de cable, conectores y accesorios para el montaje del sistema de transmisión.
- El sistema de radiocomunicación debe ser completo, incluyendo todo el equipo necesario para la comunicación con el datalogger y salida de RF, antenas, cables, conectores, manuales y software necesarios para la instalación, el mantenimiento, el funcionamiento del sistema, y la integración con la UAR.
- El sistema de radiocomunicación debe utilizar equipos con soporte para los protocolos TCP/IP (IP de radio) con interfaces para la comunicación en red utilizando el estándar Ethernet.
- El sistema de radiocomunicación debe utilizar equipos con soporte para la formación de topología de punto a multi-puntos con el fin de reducir la cantidad de equipos usados para la formación de enlaces.
- El sistema debe ofrecer una tasa de transmisión de, como mínimo, 154 Kbps.
- El equipo de radio debe tener una frecuencia de operación en las bandas 902 MHz a 907.5 MHz y 915 MHz a 928 MHz con FHSS (con soporte para habilitar o deshabilitar bandas de frecuencia), o en la frecuencia de 2.4 GHz. Para el caso específico de la UAR con radio-transmisión ubicada en la Margen Derecha (aproximadamente a 2 km de la torre de comunicaciones), se deberá utilizar un equipo de radio en la frecuencia de 2,4 GHz.
- El equipo de radio debe ser homologado y autorizado por las autoridades competentes (ANATEL y CONATEL), para operación en Brasil y Paraguay. En el caso de operación en Brasil, el dispositivo debe estar provisto de sello ANATEL.
- El equipo de radio debe tener una sensibilidad de como mínimo -100 dBm para BER 1 x 10<sup>-4</sup> a una tasa de 115 kbps.
- El equipo de radio debe proporcionar código de transmisión de errores de 32 bits CRC con retransmisión automática.
- El equipo de radio debe ofrecer interfaz de transmisión de datos en el estándar Ethernet;

- El equipo de radio debe ser compatible con los protocolos de Ethernet: IEEE 802.3, TCP/IP, DHCP, ICMP, UDP, ARP, Multicast y TFTP;
- El equipo de radio debe ofrecer una alta inmunidad al ruido;
- El suministro de energía del equipo de radio debe ser compatible con el rango de 10 a 60 Vcc.

#### 5.2.5.1.2 Antenas de transmisión

- Las antenas utilizadas en las UAR deberán ser del tipo directiva;
- La antena utilizada en la torre de comunicaciones de la Central de ITAIPU, ubicada en la Presa Principal, en la cota 225, deberá ser del tipo Omnidireccional.
- Las ganancias de la antena deben ser diseñadas y dimensionadas por el contratista.

#### 5.2.5.2 Comunicación por cable

- EL CONTRATISTA debe proveer todos los accesorios y equipos que permitan a las UAR comunicarse con el CDA a través de cables;
- La comunicación por cable deberá utilizar la red SIRI – Sistema Integrado de Red Industrial, como infraestructura base para interconexión de las UAR con el CDA. SIRI tiene puntos de acceso repartidos por toda la casa de máquinas y la presa. Una vez conectado al punto de acceso más cercano, es posible configurar e integrar la UAR con el CDA, ya que se instalará en una máquina virtual en el propio entorno SIRI.
- Los puntos de acceso SIRI a utilizar pueden ser de dos tipos:
  - UTA – Unidad Terminal de Acceso: Rack con switches de acceso y accesorios, brindando conectividad de equipos y sistemas a la red SIRI. El ADAS podrá utilizar las UTA para conexión.
  - CFAP – Caja de Fijación de Access Point: Pequeño rack que contiene los siguientes componentes: BEO/DIO, Convertidor electroóptico, Fuente, Rack. Las Figura 3 y Figura 4 ilustran el modelo de CFAP. El objetivo de la CFAP es interconectar los Access Point de SIRI a la UTA más cercana. El ADAS podrá utilizar CFAP como intermediario para conectarse con la UTA más cercana. La conexión ADAS al CFAP debe ser pasiva, interconectando únicamente fibras y cables ópticos a través de BEO/DIOS.



Figura 3 - Modelo de CFAP - Caja de Fijación de Access Point



Figura 4 – Detalle de CFAP - Caja de Fijación de Access Point

El CONTRATISTA es responsable de diseñar la red de interconexión entre las UAR y el CDA y de suministrar todos los dispositivos necesarios. Debido a la distribución geográfica de las UAR y con el objetivo de optimizar la cantidad de infraestructura utilizada (conductos y cables), el CONTRATISTA

podrá proponer paneles concentradores similares a los de la CFAP, pero pasivos, que contengan únicamente dispositivos para facilitar las fusiones entre fibras (Ej.: Se podría utilizar una caja concentradora para agrupar fibras procedentes de 5 UAR diferentes en un solo cable con mayor cantidad de fibras).

#### 5.2.5.2.1 Características de los Racks Concentradores Pasivos

El CONTRATISTA debe cumplir con las mismas especificaciones de construcción y pintura que la UAR si utiliza racks de concentración pasiva, como se muestra en 5.2.9.

#### 5.2.5.2.2 Requisitos para cableado óptico y accesorios

- El CONTRATISTA debe proveer la cantidad de cables de fibra óptica necesarios para la interconexión entre las UAR y el punto de acceso SIRI más cercano (UTA o CFAP). La cantidad referencial de cables de fibra óptica a suministrar e instalar para ser considerada es de 100 m por UAR;
- El CONTRATISTA deberá proveer todos los materiales necesarios para la completa y perfecta instalación y conexión de los enlaces ópticos; incluyendo racks de pared, BEO/DIOs y accesorios, conectores y cordones ópticos, pigtails (latiguillos), etc. Todas las fibras ópticas de un cable deben terminar en un conector alojado en BEO/DIO. No se aceptarán empalmes directos entre fibra óptica de un cable a fibra óptica de otro cable.;
- Todo el cableado óptico y los accesorios deben proporcionarse en color según TIA 598;
- Todo el cableado óptico y accesorios deben presentar características constructivas y de desempeño de acuerdo con las normas establecidas en el capítulo 3 ;
- Todos los cables y accesorios utilizados deben estar certificados por ANATEL cuando corresponda;
- Todo el cableado óptico debe seguir y cumplir con la directiva RSoH;
- Todo cableado óptico deberá ser monomodo, padrón G.652d;
- El cableado óptico debe ser pulido APC, UPC y PC;

- Todo el cableado óptico que sea necesario deberá contar con los siguientes tipos de conectores ópticos:
  - LC para conexiones con interfaces de los SFP de los equipamientos de red;
  - SC para las demás aplicaciones.
- Está prohibido el uso de conectores que conviertan distintos tipos de conectores ópticos;
- Las características mínimas que deben presentar los cables ópticos, según el tipo de entorno, se resumen en Tabla 12 .

ENTORNO DE INSTALACIÓN	CONDUCTO / CANAL / SHAFT
ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO	OUTDOOR (exterior)
RESISTENCIA DEL MATERIAL DE LA CUBIERTA A LLAMAS	RC (outdoor)
CONSTRUCCIÓN DE CABLES	TUBO LOOSE (exterior)
PROTECCIÓN ADICIONAL	ULTRAVIOLETA / HONGOS AGUA / ROEDORES / EMI
	TS ; DDR ; PFV
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO:	- 10 °C a 50 °C
CODIFICACIÓN ABNT ACEPTABLE	CFOA-X-DDR-Z-RC-TS

Tabla 12– Características mínimas para cables ópticos

El tipo de cable óptico y aplicación debe seguir la siguiente tabla:

USO	TIPO DE FIBRA	CANTIDAD MÍNIMA DE FIBRAS	TIPO DE CABLE
UAR a UTA/CFAP	SMF OS2	4	CFOA-X-DDR-Z-RC-TS

Tabla 13 - Tipos de cables.

- Todos los cables ópticos deben ser testados y certificados en fábrica;
- Toda conectorización óptica debe tener alta resistencia mecánica y larga vida útil, incluso sujeta a constantes conexiones y desconexiones;

- Todos los accesorios para terminaciones y empalmes ópticos deben suministrarse completos, con cajas, soportes, conectores, pig-tails y demás accesorios necesarios para una completa y perfecta instalación y conexión;
- Todos los cordones ópticos deben ensamblarse y probarse en fábrica;
- Los cordones y cables ópticos deben presentar las características de pérdida máxima ilustradas en la Tabla14.

TIPO	PÉRDIDA DE INSERCIÓN MÁXIMA	PÉRDIDA DE RETORNO	LONGITUD DE ONDA	PULIDO	CONECTOR
CABLE MONOMODO OS2	0,1 dB/km 0,05 dB/km	-	1310 nm 1550 nm	-	-
CORDÓN MONOMODO OS2	0,3 dB	>60 dB	-	APC	SC
CORDÓN MONOMODO OS2	0,3 dB	>60 dB	-	pC	LC

Tabla14 – Tabla de pérdidas y atenuaciones permitidas para cables y cordones ópticos

#### 5.2.6 Requisitos de alimentación

El suministro eléctrico a las UAR y equipos asociados deberá ser 220 Vca, 50/60 Hz desde los tableros de alimentación eléctrica de la Presa y de la Casa de Máquinas, siendo que:

- Todas las UAR deben estar provistas de cargadores/ reguladores de tensión y baterías, para mantener la energía por un período mínimo de **36 (treinta y seis) horas** sin suministro eléctrico.
- Las UAR que no dispongan de suministro eléctrico cableado (radio-transmisión) deberán ser alimentadas mediante paneles solares, asociados a un sistema de baterías de acumuladores y reguladores de carga capaces de mantener el perfecto

funcionamiento de la UAR durante un período mínimo de **120 (ciento veinte) horas** sin energía eléctrica procedente de los paneles solares.

#### 5.2.6.1 Paneles solares

Los paneles solares deben ser resistentes a la intemperie, radiación UV, vientos, impactos mecánicos y penetración de polvo y humedad

- Para la interconexión de los paneles, así como para la conexión a otros componentes del sistema fotovoltaico, se debe utilizar terminales de salida de acople rápido completamente sellados.
- Debe tener capacidad para alimentar las UAR y recargar las baterías simultáneamente.

#### 5.2.6.2 Baterías de acumuladores

- Las baterías de acumuladores deben ser del tipo “LiFePO4” (Batería de Fosfato de Hierro y Litio), selladas, recargables, aptas para trabajar con paneles fotovoltaicos, funcionamiento estacionario (sin movimiento) y ciclo de descarga lenta;
- Las baterías deberán poder cumplir con la carga completa por un período no menor a 5 días continuos sin recarga desde los paneles solares para las UAR que utilizan equipos de radiocomunicación, y 36 horas para las demás UAR.
- Las baterías de acumuladores deberán suministrarse con elementos montados en contenedores de alta resistencia mecánica y térmica.

Las baterías deben estar provistas de barras de interconexión protegidas contra la corrosión y provistas de terminales adecuados para conexión de cables.

#### 5.2.7 Requisitos de transmisión, recepción y almacenamiento de datos

- La transmisión debe realizarse, en base a un horario programable, en el que las transmisiones pueden ser parametrizadas por el usuario ya sea por tiempo o por intervalos de tiempo periódicos.
- La transmisión de datos puede ser a solicitud del CDA, o de manera espontánea por parte de la UAR.



- Las transmisiones espontáneas deben ser función de eventos programables, de tal manera que, ante un evento programado para transmisión espontánea, se active la transmisión de datos de la UAR, independientemente de la programación de transmisión.
- El intervalo entre dos transmisiones periódicas consecutivas deberá ser programable, con un periodo inicial mínimo configurado de 30 minutos y una resolución de 1 minuto.
- Debe ser posible transmitir datos históricos previa solicitud del CDA.
- Debe transmitir eventos de alarma (por ejemplo: Batería baja).
- Cada evento debe estar asociado con una etiqueta de tiempo.
- Se registrarán al menos los siguientes hechos:
  - Pérdida de suministro eléctrico y batería baja;
  - Alarma por superación de un valor límite para cada sensor;
  - Alarma de tasa de variación para cada sensor;
  - Fallas de sensores, módulos y equipos;
  - Reinicios.
- Debe transmitir mínimamente los valores leídos y la etiqueta de tiempo de lectura.
- El almacenamiento de los datos adquiridos y sus respectivos tiempos deberá tener una capacidad mínima de 10.000 valores por cada sensor.
- La UAR deberá verificar previamente la validez de los datos adquiridos. El valor adquirido debe almacenarse con su atributo de validez en la UAR.

## 5.2.8 Detallado de las Funcionalidades de las UAR

### 5.2.8.1 Adquisición, Tratamiento, Procesamiento, Almacenamiento y Transmisión de Datos

- A través de una interfaz de señales adecuada, la UAR debe adquirir datos de cada uno de los sensores e instrumentos.

- La UAR debe tratar la señal, convirtiéndola de analógica a digital con la cuantificación adecuada para garantizar la precisión especificada para el sensor o instrumento.
- La UAR debe almacenar y mantener la integridad de los datos y eventos incluso en caso de falla, desconexión o corte de energía de la UAR, y que puedan ser accedidos automáticamente luego del restablecimiento de la condición operativa.
- La UAR debe transmitir y recibir datos de acuerdo con la programación y los requisitos de transmisión y recepción de datos.

#### 5.2.8.2 Función de Autodiagnóstico y Restablecimiento

- Tras el restablecimiento de energía luego de una falla de alimentación, la UAR debe poder volver a su funcionamiento normal automáticamente.
- La función de auto-diagnóstico debe monitorear las condiciones de funcionamiento de la propia UAR y registrar cualquier falla como evento.

#### 5.2.8.3 Función de Alteración de Parámetros

- La función de alteración de parámetros debe actualizar los datos paramétricos de la UAR. Los parámetros deben actualizarse a través del Equipo Portátil de Mantenimiento, o mediante comandos del CDA.
- Cada alteración de parámetros debe registrarse en el Software de Gestión de Datos del CDA.

#### 5.2.8.4 Función de Comunicación de Datos

Algunas de las funciones básicas que debe realizar el programa de gestión de comunicaciones de las UAR son las siguientes:

- Programación de mensajes.
- Montaje de mensajes y transmisión de datos.
- Detección de posibles errores de transmisión mediante el análisis de protocolos de confirmación de recepción.
- Retransmisión de posibles “bloques perdidos”.

- Comunicación con el CDA y Notebooks de mantenimiento a través de interfaces adecuadas.

#### 5.2.8.5 Requisitos Técnicos de Hardware

- La UAR deberá contar con reloj y calendario en tiempo real, con capacidad de sincronización mediante protocolo NTP.
- Las UAR deben mantener un reloj interno en tiempo real con una precisión de +/-3 minutos por año e incluir comprobaciones automatizadas con un servidor o GPS.
- Los convertidores A/D deben tener una resolución mínima de 24 bits.

#### 5.2.9 Características Constructivas y Pintura,

##### 5.2.9.1 Características Constructivas

- Chapa de acero de #12 USG de espesor y chapa de montaje de acero de espesor #14USG.
- Prensa cabos de acero o aluminio;
- La caja de la UAR debe tener un grado de protección de IP65;
- Material de acero;
- Terminales de SealTube IP65;
- Bisagras de acero;
- Cerradura con llave;
- Placa de identificación fabricada en material resistente, grabada de forma indeleble y fijada mecánicamente al panel.
- Todo cableado deberá seguir el padrón de nomenclatura conforme definido por ITAIPU.
- Todo el cableado deberá ser debidamente identificado.
- Los siguientes elementos deben suministrarse de acuerdo con ANEXO M - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELÉTRICAS NO ALMOXARIFADO DA ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA (DOCUMENTO 6000-81-15500-P):
  - Barra de tierra;

- Bornes de alimentación;
- Bornes de interfaz;
- Glándulas de cable

#### 5.2.9.2 Pintura

- El CONTRATISTA deberá realizar la limpieza, tratamiento, y pintura de terminación del equipo. Cualquier reparación de la superficie de pintura que sea necesaria debido a daños durante el transporte e instalación será por cuenta del CONTRATISTA;
- El color de acabado de las superficies exteriores pintadas de los racks debe ser beige, estándar RAL7032;
- Espesor de capa de pintura de 80  $\mu\text{m}$ , según lo establecido en el documento ANEXO L - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETROMECÂNICAS NA ÁREA INDUSTRIAL - PINTURA ANTICORROSIVA E SINALIZAÇÃO (DOCUMENTO 5010-81-15500-P);
- El CONTRATISTA deberá describir el proceso de pintura que normalmente utiliza y someterlo a la aprobación de ITAIPU, teniendo en cuenta el ambiente al que estará expuesto el equipo;
- El CONTRATISTA deberá proveer, en embalajes adecuados, pintura y todos los demás materiales y aplicadores necesarios para cualquier retoque de pintura en el equipo y racks después de la instalación.

#### 5.2.10 Conjunto de Junction Box

- Las *junction box* deberán ser instaladas por el CONTRATISTA cerca de cada conjunto de instrumentos, y deberán estar alojadas en cajas. Se debe proporcionar el grado de protección IP67 para el conjunto de la caja, *seal tube*, prensa cabos, el cable y otros componentes relacionados con la *junction box*.
- Bornes con terminales a tornillo;
- Caja de acero inoxidable, acero galvanizado o acero con pintura a polvo;
- Sistema de apertura mediante herramientas (atornillado).

- Cada *junction box* debe tener una placa de protección contra sobretensiones de corta duración, picos de alta tensión que puedan inducirse en los sensores o cables de interconexión.
- Cuando corresponda, la protección contra transitorios deberá cumplir con la norma ANSI C37.90.
- Todas las entradas y salidas deben estar adecuadamente protegidas contra sobretensiones eléctricas y descargas estáticas mediante dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), de acuerdo con la IEC 61643-11. El CONTRATISTA es responsable del correcto dimensionado de los dispositivos según el tipo y ubicación de los instrumentos.
- Las *junction box* deben ser reemplazadas y/o instaladas en un lugar donde no haya riesgo de contacto accidental entre personas y equipos. Si esto no fuera posible, el CONTRATISTA debe proveer la protección mecánica adecuada.
- Se deben reemplazar todas las *junction box* existentes en el sistema ADAS. La estimación del número de *junction box* necesarias se puede obtener mediante el análisis del ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS.
- El CONTRATISTA debe proveer todos los accesorios para la instalación y fijación de las *junction box*.

#### 5.2.11 Otros materiales de instalación y accesorios

El CONTRATISTA deberá suministrar, junto con el equipo, todos los materiales, componentes, accesorios e insumos, incluidos los elementos no descritos en esta especificación, que sean necesarios para la completa instalación y perfecto funcionamiento del sistema.

Cada equipo debe venir acompañado de los accesorios esenciales para su instalación y mantenimiento, tales como:

- Cables, conectores, interruptores, extensores de módulos, adaptadores, etc.

- Hardware y Software necesarios para la gestión completa de todo el sistema, incluyendo programación, mantenimiento, configuración y reconfiguración de la central.

### 5.3 ESTACIÓN CENTRAL DE RADIO

Se deberá reemplazar el equipo disponible en la Estación Central de Radio relacionado con el sistema ADAS.

La solución propuesta deberá necesariamente llevar en cuenta las siguientes funcionalidades para la Estación de Radio:

- Protección contra sobretensiones conectada a la antena.
- La antena a instalar en la estación de radio, ubicada en la cota 225, deberá recibir datos de todas las UAR que se comuniquen vía radio, y deberá ser del tipo Omnidireccional.
- El equipo de Radio a suministrar deberá permitir la recepción de datos desde las UAR, y deberá transmitirlos al CDA a través de la red SIRI.
- Habrá un punto de acceso a la red SIRI en el mismo lugar donde se instalará el equipo de radio de ADAS. El CONTRATISTA es responsable del proyecto ejecutivo y de proporcionar todo el material necesario para la interconexión de los equipos relacionados con el punto de acceso a la red SIRI disponible. El rack para la instalación del equipo de radio y los equipos necesarios serán responsabilidad de la ITAIPU.

Los requisitos del equipo de radio deben ser los mismos que los descritos para los equipos de radio de las UAR, detallados en la sección 5.2.5.1.1.

### 5.4 EQUIPO PARA CONFIGURACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS REMOTAS

Es parte del alcance el suministro de software de configuración y de mantenimiento de las remotas.

Las mismas deben ser suministradas con todas las licencias necesarias para utilizar el software de configuración y mantenimiento de las UAR.

Deben ser proporcionados los instaladores del software y los manuales de instrucciones;

#### 5.4.1 Notebooks

Deben ser suministrados cuatro (4) micro-computadores en pleno funcionamiento, en su versión comercial más reciente, con las siguientes especificaciones mínimas:

- Notebook;
- Procesador Intel Core i7, 2.5 GHz y Cache de 3 MB;
- Memoria RAM de 8GB, expandible, DDR3 e 1600 MHz;
- HD SSD de 250 GB;
- Pantalla LED antirreflejo de alta definición (HD) 15";
- Puertos USB;
- Sistema operativo Windows, compatible con el software de configuración suministrado;
- Interfaz red LAN Ethernet Gigabit 10/100/1000;
- Interfaz LAN inalámbrica estándar 802.11 a/b/g/n;
- Bluetooth 3.0;
- Conector HDMI;
- Batería primaria de litio-iones de 9 celdas;
- Batería secundaria de litio-iones de 9 celdas;
- Software antivirus con licencia durante el período de garantía

El CONTRATISTA debe instalar el software de configuración y mantenimiento de las UAR en los micro-computadores suministrados.

Deben ser suministrados ocho (8) cables para la conexión de los dataloggers a los micro-computadores a través de puerto USB. No se aceptarán adaptadores o convertidores de interfaz.

#### 5.4.2 Unidades de Lectura Portátil Digital

##### 5.4.2.1 Especificaciones Generales

La unidad de lectura portátil deberá contar al menos con las siguientes especificaciones generales:

- Debe permitir la recogida y análisis *in-situ*;
- Debe permitir la sincronización vía USB con notebook o de mesa;
- Debe tener comunicación inalámbrico incorporada;

- Debe tener una interfaz de software con todos los sensores incluidos en el suministro;
- Clasificación IP67: a prueba de agua y al polvo;
- A prueba de choques: múltiples caídas desde 1,5 m sobre hormigón;
- Certificación MIL-STD-810G o equivalente.

Debe incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Cargador portátil;
- Cable USB;
- Manual de instrucciones;
- Bolsa de transporte;
- Correa de mano.

#### 5.4.2.2 Procesador, sistema operativo y memoria

La unidad de lectura portátil deberá tener al menos las siguientes especificaciones:

- Procesador de 1,0 GHz;
- Sistema operativo Microsoft Windows, Android o iOS;
- Comunicación *Bluetooth*;
- Memoria Flash Interna: 512 MB;
- Almacenamiento flash: 4 GB;
- USB *Host* y *Client* RS-232.

#### 5.4.2.3 Energía

La unidad de lectura portátil deberá contar al menos con los siguientes elementos:

- Batería inteligente de iones de litio;
- Batería adicional.

#### 5.4.2.4 Display

El display de la unidad de lectura portátil deberá tener al menos las siguientes especificaciones:

- Área de visualización activa de 109 mm en diagonal;
- VGA LCD TFT (800X480): orientación vertical u horizontal;
- LCD retroiluminada de alta visibilidad: contraste brillante bajo la luz solar directa;
- Interfaz con pantalla táctil;



- Pantalla resistente a rayones.

## 5.5 PIEZAS DE RECAMBIO

El CONTRATISTA debe proveer todas las piezas de recambio de las mismas características, marca, modelo y tipo que aquellas destinadas a la instalación. Todos los repuestos deben estar convenientemente embalados para un largo periodo de almacenamiento, en embalajes independientes según la aplicación de cada uno, con la adecuada identificación de cada artículo, lista de embarque correspondiente e instrucciones de almacenamiento.

### 5.5.1 Unidades de Adquisición Remota (UAR) y accesorios

- UAR de 20 (veinte) canales, con entradas reservadas para cada tipo de sensor, con todos los materiales necesarios para su instalación y uso mediante interfaz cableada, según los requisitos presentados en 5.2.

### 5.5.2 Unidades de Adquisición Remota (UAR) con capacidad de radiocomunicación, y accesorios

- UAR de 20 (veinte) canales, con entradas reservadas para cada tipo de sensor, con todos los materiales necesarios para su instalación y para la radiocomunicación y suministro de energía desde paneles solares, incluyendo baterías, cargador-regulador y panel solar, según los requisitos presentado en 5.2.

### 5.5.3 Conjunto de equipos, materiales y accesorios para el Sistema de Alimentación Eléctrica de las UAR con enlaces de Radiocomunicación.

- Conjunto de panel solar, cargador-regulador de baterías, batería, con cables, materiales y accesorios de instalación, según requisitos presentados en 5.2.6

### 5.5.4 Conjunto de *Junction* Box para instrumentos

- Cajas *Junction Box*, grado de protección IP67, *seal tube*, prensa cabos, cables y otros componentes relacionados para cobijar la(s) placa(s) de protección contra sobretensiones, de acuerdo con los requisitos presentados en 5.2.10
- Placa de protección contra sobretensiones de corta duración para uso en *Junction Box*.

#### 5.5.5 Equipos de Radios y Antenas

- Dos (02) conjuntos que contienen: Un equipo de Radio, una (1) antena direccional y una (1) antena omnidireccional, cables, conectores, con materiales y accesorios de instalación, según requisitos presentados en 5.2.5.1.

Nota: En caso de ofertar enlaces de radio con dos frecuencias operativas (900 MHz y 2.4 GHz) será "Cuatro (04) conjuntos" (dos conjuntos para cada frecuencia operativa). Para detalles consultar 5.2.5.1.1.

#### 5.5.6 Equipos complementarios para la infraestructura del sistema de comunicaciones (Ej.: Racks de comunicación, Conversores de Medios, BEO/DIO, etc)

- Tres (03) racks concentradores pasivos, según requisitos presentados en 5.2.5.2.1;

#### 5.5.7 Conjunto de materiales de montaje, artículos varios y demás elementos para agilizar el mantenimiento y mantener una alta disponibilidad del sistema

- Conjunto de materiales de montaje, materiales diversos, tales como tornillos, tuercas, arandelas, clips, cintas, identificadores, y demás materiales de instalación e insumos para repuestos y otros elementos que el fabricante considere necesarios como reserva imprescindible para agilizar el mantenimiento y mantener una alta disponibilidad del sistema durante y después del período de garantía.

#### 5.5.8 Conjunto de sensores de recambio a ser suministrado

- El conjunto de sensores de recambio a ser suministrado debe ser del mismo tipo y modelo que los suministrados para el proyecto, debiendo seguir las mismas especificaciones técnicas detalladas en 5.7.

### 5.6 PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

El CONTRATISTA deberá preparar los proyectos ejecutivos relacionados con la interconexión con el proceso y las telecomunicaciones, y revisar los planos existentes, a fin de permitir la instalación completa de la infraestructura necesaria para la futura instalación de equipos, sensores, cables y accesorios del ADAS, incluyendo las interconexiones y compatibilizaciones con sistemas existentes, como la red de telecomunicaciones, red de energía eléctrica, sensores e instrumentos.

Además de los proyectos de interconexión, el CONTRATISTA deberá elaborar proyectos para la construcción civil de albergue (caseta) para 1 (una) de las 4 (cuatro) nuevas UAR incluidas en el suministro. Para las 4 (cuatro) nuevas UARs deben ser elaborados proyectos para soporte, suministro de energía, protección climática y puesta a tierra adecuados para la instalación de equipos electrónicos.

El ANEXO P – FORMAS, ARMADURAS Y ELETRODUCTOS ADAS – CASETA DE LAS UAR' S 1, 2 Y 21 PLANTAS, SECCIONES Y DETALLES (DOCUMENTO 4006-DC-15218) presenta el proyecto de un albergue típico para ser utilizado para nuevas remotas del ADAS. Los detalles se pueden obtener y recopilar durante la etapa del Proyecto Ejecutivo.

En la elaboración de los proyectos antes mencionados, el CONTRATISTA deberá utilizar para consulta y/o revisión los planos y documentos técnicos existentes en el Archivo Técnico de ITAIPU referentes a cada una de las áreas involucradas en el sistema, buscando la total compatibilidad y actualización de documentación existente.

El CONTRATISTA, conjuntamente con ITAIPU, deberá definir todos los pasos necesarios para el desarrollo de los proyectos.

Para la correcta preparación del proyecto, el CONTRATISTA deberá realizar todo el relevamiento de datos e información necesaria, incluyendo el relevamiento de campo y la verificación de cada lugar involucrado en el proyecto. Para las actividades a realizar en campo, el CONTRATISTA deberá solicitar con antelación la autorización y orientación de la ITAIPU.

El CONTRATISTA debe guiarse en su investigación inicial por los planos de referencia enumerados en ANEXO F – DETALLE DE LOS INSTRUMENTOS AUTOMATIZADOS Y A AUTOMATIZAR.

El CONTRATISTA deberá cumplir con los criterios establecidos en el documento ANEXO K - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETRICAS NO CONTRATO DE MONTAGEM ELETROMECAÂNICA E DEMAIS INFRAESTRUTURAS (DOCUMENTO 5000-81-15502-P)

La aprobación de los proyectos no exime al CONTRATISTA de responsabilidad por la solución presentada.

## 5.6.1 DIRECTRICES PARA EL SUMINISTRO DE INFRAESTRUCTURAS ELECTROMECAÑICAS

### 5.6.1.1 Electroductos

Todos los electroductos que se suministrarán e instalarán serán como se describe en ANEXO K - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETRICAS NO CONTRATO DE MONTAGEM ELETROMECAÑICA E DEMAIS INFRAESTRUTURAS (DOCUMENTO 5000-81-15502-P). Entre las directrices se destacan las siguientes:

- Electroductos rígidos de acero galvanizado en caliente según NBR-5597;
- Electroductos flexibles con núcleo de acero y cubierta de PVC (*seal tube*);
- Las abrazaderas deben estar fabricadas en chapa de #16 USG;
- Las cajas de conexiones deben estar roscados con rosca NPT según NBR 15701 (categoría V);

### 5.6.2 Cables eléctricos

- Cables de fuerza eléctrica: Cable unipolar 0,6/1kV como se describe en el documento ANEXO O – ATUALIZACAO TECNOLÓGICA DA USINA HIDRELETRICA DE ITAIPU - PROJETO BASICO - CABOS ISOLADOS DE FORÇA, CONTROLE E ILUMINACAO (DOCUMENTO 6047-20-T0001)

### 5.6.3 Estructuras metálicas

Material de acero:

- ASTM A36 para perfiles metálicos;
- ASTM A53 para tubos metálicos.

Para los siguientes elementos, siga las directrices de los archivos adjuntos enumerados:

- Protección anticorrosión:
  - ANEXO L - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETROMECAÑICAS NA ÁREA INDUSTRIAL - PINTURA ANTICORROSIVA E SINALIZAÇÃO (DOCUMENTO 5010-81-15500-P);
- Soldadura:
  - ANEXO J - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE SOLDAGEM NA ÁREA INDUSTRIAL (DOCUMENTO 5000-81-15501-P);

- Montaje de tuberías:
  - ANEXO I - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETROMECÂNICAS NA ÁREA INDUSTRIAL – TUBULAÇÕES (DOCUMENTO 5000-81-15500-P);

#### 5.6.4 INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

Los servicios del proyecto de telecomunicaciones incluyen la red de datos cableada y el sistema de radio para interconectar estaciones remotas a la estación central ADAS.

El sistema ADAS actualmente cuenta con una infraestructura de comunicación basada en par trenzado y transmisión por radio. Toda la infraestructura de comunicación actual basada en par trenzado debe ser sustituida por infraestructura formada por cables ópticos monomodo. Se debe considerar:

- El proyecto ejecutivo deberá elaborarse considerando la interconexión de las UAR con el punto de acceso SIRI más cercano.
- Para efectos de estimaciones de distancia para costos de materiales y equipos, se debe llevar en cuenta las siguientes consideraciones:

Distancia promedio estimada entre la UAR y el ducto puesto a disposición por la infraestructura SIRI: 400m. En este caso se deberá preparar el diseño y montaje e instalación de la infraestructura de ductos de la UAR hasta dicho punto.

- Distancia promedio estimada entre la UAR y el punto de acceso a la comunicación SIRI más cercano: 400m. En este caso, el proyecto deberá prever el tendido de un cable óptico que va desde la UAR hasta el punto de acceso considerado.
- El punto de origen y el punto de destino no siempre están en la misma cota.

El proyecto referente a la red de telecomunicaciones incluye la elaboración de nuevos documentos y la revisión de todos los documentos necesarios para la ampliación de la red para la interconexión de cada una de las estaciones remotas con los puntos más cercanos de la infraestructura existente.

El proyecto referente al sistema de radio, para estaciones remotas no atendidas por la red cableada, incluye toda la documentación necesaria para la interconexión de la estación central y las estaciones remotas al respectivo sistema de radio.

#### 5.6.4.1 Dibujos y documentos

El proyecto ejecutivo de telecomunicaciones a desarrollar por el CONTRATISTA deberá incluir, como mínimo, los dibujos, planos y documentos que se detallan a continuación:

- Dibujos de ubicación de equipos;
- Planos, secciones y detalles de redes de telecomunicaciones;
- Listas de materiales;
- Diagramas de interconexión;
- Especificaciones técnicas necesarias para la compra de materiales.
- Revisión de Planos de Construcción (DC) y sus respectivos documentos asociados (LC, LM, LE, etc.) y Tablas de Interconexión existentes.

Para la elaboración del proyecto ejecutivo de telecomunicaciones se estiman aproximadamente 10 nuevos Planos de Construcción (DC) con sus respectivos documentos asociados (LC, LM, LE, etc.).

#### 5.6.4.2 Revisiones de planos y documentos existentes

El CONTRATISTA deberá verificar y realizar una revisión de los documentos relacionados con el alcance de servicio antes mencionado en toda el área afectada por el proyecto. Se estima que se revisarán 80 Planos de Construcción (DC) con sus respectivos documentos asociados (LC, LM, LE, etc.) y 20 Tablas de Interconexión.

### 5.6.5 INFRAESTRUCTURA PARA LA INTERCONEXIÓN CON EL PROCESO

Los servicios del proyecto ejecutivo de interconexión de procesos incluyen la preparación de todos los planos y documentos técnicos de la infraestructura necesaria para la interconexión entre cada una de las Unidades de Adquisición Remotas (UAR) y sus respectivos sensores, distribuidos

según se muestra en los planos del ANEXO F – DETALLE DE LOS INSTRUMENTOS AUTOMATIZADOS Y A AUTOMATIZAR.

Los instrumentos y sensores actuales ya cuentan con una infraestructura adecuada para el tendido de cables, y la sustitución de cables y sensores es parte del alcance. La documentación técnica con los proyectos está disponible y debe revisarse según sea necesario.

Para la automatización de nuevos instrumentos, además del proyecto, se deberá prever la instalación de electroductos y el tendido de cables.

Se estima que se reemplazarán aproximadamente 25 km de cableado y se necesitará una cantidad igual (25 km) para la interconexión de los nuevos sensores, totalizando 50 km. La cantidad estimada de electroductos instalados es de aproximadamente 10km, debiendo preverse una cantidad igual (10km) para el tendido del cableado de la nueva instrumentación.

Cabe señalar que los valores son sólo estimaciones, debiendo determinarse la cantidad exacta durante la etapa de proyecto ejecutivo.

El proyecto referente a la interconexión con el proceso incluye la elaboración de nuevos documentos y revisión de toda la documentación necesaria para la implementación de la red de conductos, cableado e interconexión de cada uno de los sensores a su respectiva Unidad de Adquisición Remota (UAR).

El CONTRATISTA deberá verificar la ubicación y determinar el mejor trazado de la red de conductos, considerando la mejor solución técnica y económica para cada caso.

El CONTRATISTA deberá dimensionar y especificar materiales resistentes a la corrosión para la red de conductos, incluyendo conductos, conexiones, soportes de fijación, pernos de anclaje y accesorios en cualquier área sujeta a humedad.

Los cables que se utilizarán para la interconexión entre los sensores y las UARs deben ser los recomendados por los fabricantes de los sensores en relación con la compatibilidad y la cualidad de transmisión de datos. Además de presentar las recomendaciones de los fabricantes, los cables de interconexión deben cumplir con las normas y regulaciones aplicables.

#### 5.6.5.1 Dibujos y documentos

El proyecto ejecutivo de interconexión con el proceso, a desarrollar por el CONTRATISTA, deberá incluir, como mínimo, los planos y documentos que se detallan a continuación:

- Dibujos de ubicación de equipos;
- Planos, secciones y detalles de redes de conductos;
- Listas de materiales;
- Diagramas de interconexión;
- Especificaciones técnicas necesarias para la compra de materiales;
- Revisión de Planos de Construcción y sus documentos asociados (LC, LM, LE, etc.) y Tablas de Interconexión existentes.

Para elaborar el proyecto ejecutivo de interconexión con el proceso, se estiman aproximadamente 50 nuevos Planos de Construcción (DC), acompañados de los respectivos documentos complementarios (LC, LM, LE, etc.) para la red de conductos e interconexión entre sensores y Unidades de Adquisición Remota (UAR).

### 5.7 SENSORES

La Tabla15 presenta los instrumentos automatizados existentes en ITAIPU que deben ser reemplazados.



Magnitud	Tipo de instrumento	Cdad.
Desplazamientos Horizontales de Estructuras	Péndulos directos	15
Desplazamientos Horizontales de Estructuras	Péndulos invertidos	07
Caudal de infiltración (Flow)	Flujómetros	40
Subpresión - Piezómetro de Fundaciones de Hormigón	Piezómetros (PS)	55
Precipitación en el Área de la Presa	Pluviómetros	02
Medición de Presión Atmosférica	Barómetro	02

Tabla15 - Sensores que deben ser reemplazados

La Tabla16 presenta el número de nuevos sensores que se instalarán.

Magnitud	Tipo de instrumento	Cdad.
Caudal de infiltración (Flow)	Flujómetros	1
Subpresión - Piezómetro de Fundaciones de Hormigón	Piezómetros (PS)	60
Precipitación en el Área de la Presa	Pluviómetros	1
Deformaciones del Macizo de Roca Madre de Fundación	Extensómetros (Total de vástagos)	49
Deformaciones del Macizo de Roca Madre de Fundación (Sección E)	Extensómetros (Total de vástagos)	100
Deformaciones del hormigón	Medidor Triortogonal	3

Tabla16 – Nuevos sensores a instalar

Los Medidores Triortogonales existentes en la ITAIPU no admiten automatización. Por lo tanto, deben ser suministrados Medidores Triortogonales completos y automatizados para ser instalados en los lugares indicados por ITAIPU.

#### 5.7.1 Descripción general de sensores

Los sensores corresponden a los dispositivos electrónicos a instalar en la instrumentación a automatizar. El CONTRATISTA deberá reemplazar los sensores de los instrumentos que ya se encuentren automatizados, e instalar nuevos sensores en aquellos que aún no se encuentren automatizados, a fin de permitir la continuación de las lecturas mediante el método convencional.

Los instrumentos enumerados en la Tabla15 y la Tabla16 se distribuyen a lo largo de las estructuras civiles, según la disposición general mostrada en ANEXO E - , y detalles en ANEXO F – DETALLE DE LOS INSTRUMENTOS AUTOMATIZADOS Y A AUTOMATIZAR. El plano del ANEXO E - muestra la disposición general de las UAR previstas, así como el número de instrumentos que se deben conectar a cada una de ellas. El ANEXO F – DETALLE DE LOS INSTRUMENTOS

AUTOMATIZADOS Y A AUTOMATIZAR presenta detalles de las ubicaciones de los nuevos instrumentos a automatizar.

En el ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS se presenta la Tabla - Resumen de las UAR existentes e instrumentos automatizados, destacando el número de instrumentos a conectar a cada uno de las mismas, y el número de puntos de medición para cada UAR. La ubicación detallada de cada instrumento a reemplazar deberá ser identificada por el CONTRATISTA durante el detallado del proyecto. Además de las UAR existentes, el ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS presenta información sobre las nuevas UAR y sensores que se instalarán.

El CONTRATISTA debe proveer sensores con los siguientes requisitos:

- Compatibles con instrumentos ya instalados y en funcionamiento, para que las lecturas manuales puedan seguir realizándose con normalidad;
- En perfecto estado de funcionamiento con certificación de prueba en laboratorio autorizado;
- Con curvas de calibración de fábrica y sus ecuaciones de calibración;
- Con un cable de extensión de 5 metros conectado al sensor, salvo que se indique lo contrario, y el otro extremo debidamente protegido contra la humedad durante el transporte y almacenamiento;
- Grado de Protección IP68;
- Con dispositivos de protección contra sobretensiones – DPS, diseñados de acuerdo con el sensor instalado, buscando preservar su vida útil por un período mínimo de 20 años;
- El material de fabricación de los sensores deberá ser metálico, inerte a los agentes agresivos del ambiente, con accesorios fabricados en metal u otro material sintético de igual durabilidad; Se debe tener especial cuidado, especialmente en el contacto entre la base del sensor y el hormigón de fijación. En este contacto, la base de los sensores debe recibir un tratamiento adecuado para evitar reacciones entre materiales de diferente naturaleza.

En caso de existir un defecto durante la instalación de los sensores, el CONTRATISTA deberá reemplazarlos por completo, es decir, no se aceptarán servicios de reparación de los sensores.

## 5.7.2 Cantidades medidas y características mínimas de sensores

La tabla de ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS muestra el listado completo de las UAR objeto de este suministro, donde se pueden observar los diferentes tipos y cantidades de instrumentos a conectar a cada una de ellas (los TM se refieren a termómetros empotrados en los sensores de cuerda vibrante a ser suministrado.

Las características técnicas consideradas mínimas y principales se describen en los siguientes apartados.

### 5.7.2.1 Desplazamientos horizontales medidos por péndulos directos e invertidos

Actualmente, las lecturas de péndulo con automatización se realizan mediante telepéndulo y deben ser reemplazados por el CONTRATISTA para permitir que continúen las lecturas manuales. Se debe prestar especial atención a la sustitución del sistema que realiza esta automatización: La continuidad y coherencia de las lecturas históricas deberá ser garantizada por el CONTRATISTA.

Características mínimas de los sensores a suministrar:

1. Tipo de transductor: El transductor a suministrar debe permitir medir el desplazamiento de la estructura en dirección paralela y normal al flujo, midiendo el desplazamiento del alambre de acero inoxidable de los péndulos directo e invertido;
2. El instrumento debe detectar simultáneamente las dos coordenadas ortogonales X e Y de la línea de plomada;
3. El elemento de detección de la posición del alambre de acero (sensor) no debe requerir que ningún componente esté montado en la propia línea de plomada;
4. El elemento de detección de la posición del péndulo no debe tocar el alambre de la línea de plomada;

5. La instalación y, en su caso, el retiro del sensor no puede requerir la extracción del alambre de la línea de plomo del péndulo.

El instrumento debe estar equipado con un dispositivo de autoprueba, que es una parte integrante y activa durante cada ciclo de medición;

· Campo de lectura mínimo:

- Eje X: 0 – 100 mm;
- Eje Y: 0 – 50 mm;

Precisión (Accuracy):  $\pm 0,05$  mm;

Resolución: 0,01 mm;

Temperatura de Trabajo:  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $+45^{\circ}\text{C}$ .

Fijación del Sensor: Para instalar el telepéndulo, el CONTRATISTA deberá considerar que el espacio más pequeño por encima o por debajo de la base del punto de lectura manual sea del orden de 25 cm en una de las ubicaciones; en las demás ubicaciones, el espacio existente ronda los 40 cm. El CONTRATISTA debe suministrar todas las conexiones, materiales, insumos y accesorios, y realizar las adaptaciones necesarias para la instalación de los sensores.

La instalación de los telepéndulos deberá ser sobre el soporte existente, según proyecto a suministrar por el CONTRATISTA y deberá estar conectado a su respectiva UAR.

La mayoría de los telepéndulos se instalarán en el mismo nicho donde se ubicará la UAR.

En el caso de los péndulos, el CONTRATISTA debe proveer cables de conexión entre el telepéndulo y la UAR, los cuales deberán ser suministrados ya conectados al sensor, con las longitudes especificadas anteriormente. El relevamiento de datos debe realizarse para preparar proyectos ejecutivos.

#### 5.7.2.2 Subpresiones

Los piezómetros instalados en ITAIPU son del tipo tubo vertical (*standpipe*), fabricados con tubos de PVC con diámetro interno de 19 mm, o piezómetros eléctricos, de cuerda vibratoria, del tipo “Geonor” y Geokon.

El CONTRATISTA debe suministrar instrumentos de acuerdo con cada una de las tres clases que se presentan a continuación:

a) Piezómetros de tubo vertical - la lectura con manómetro corresponde a aquellos piezómetros con una carga piezométrica (nivel de agua) por encima del nivel en la parte superior de la tubería de PVC.

Características mínimas de los sensores a suministrar:

- Tipo de transductor de presión: cuerda vibratoria (*vibrating wire*);
- Campo de lectura: A ser verificado en la etapa de Proyecto Ejecutivo;
- Precisión (Accuracy):  $\pm 0,1\%$  F.S.R.;
- Resolución:  $0,025\%$  F.S.R.;
- Sensibilidad:  $0,05\%$  F.S.R.;
- Temperatura de Trabajo:  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $+45^{\circ}\text{C}$ ;
- Termómetro incorporado;
- Fijación del sensor: Actualmente los piezómetros automatizados tienen una conexión tipo "T" para que el sensor y manómetro se puedan conectar a nivel y que permitan lecturas simultáneas en sensor y manómetro. Para piezómetros nuevos, se deben proporcionar conexiones tipo "T" para instalar el sensor.

b) Piezómetros de Tubo Abierto – Lecturas de Nivel de Agua Corresponden a instrumentos cuyo nivel piezométrico se encuentra por debajo del nivel en la parte superior de la tubería donde están instalados. Características mínimas de los sensores a suministrar:

- Tipo de transductor de presión: cuerda vibratoria (*vibrating wire*);
- Campo de lectura:  $0,35\text{ MPa}$ ;
- Precisión (Accuracy):  $\pm 0,1\%$  F.S.R.;
- Sensibilidad:  $0,05\%$  F.S.R.;
- Diámetro: el cuerpo del sensor debe ser de  $11\text{ mm}$ , para poder ser instalado dentro de la tubería de PVC de los piezómetros;
- Cable: debe ser de Kevlar reforzado, resistente al estiramiento;
- Temperatura de Trabajo:  $0^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- Termómetro incorporado;
- Fijación del sensor: El CONTRATISTA deberá instalar los sensores en el interior y en el fondo del tubo de PVC del instrumento.

El CONTRATISTA deberá prever la instalación de una adaptación desde la boca del tubo del piezómetro para permitir la realización de las lecturas manuales sin que sea necesario retirar o mover el cable del sensor automatizado, Por ejemplo, instalando una junta de 45° - diámetro ¾”.

Las longitudes de cable específicas para instrumentos de este tipo se pueden consultar en ANEXO G – LONGITUD DEL CABLE DE LOS PIEZÔMETROS DE TUBO ABIERTO A SUMINISTRAR (NUEVOS Y EXISTENTES).

c) Piezómetros Eléctricos – las lecturas de nivel de agua corresponden a instrumentos, del tipo Geonor (modelos S411 y M600), instalados y en funcionamiento desde hace aproximadamente 40 años.

En este caso, el CONTRATISTA deberá interconectar terminales actuales de lectura a las UAR de destino de estos instrumentos donde deberá ser tratada y procesada la señal.

#### 5.7.2.3 Desplazamiento de juntas entre bloques, tensiones en el interior del hormigón y en los refuerzos – medidas con instrumentos eléctricos

Los medidores eléctricos de juntas (JI/JM), de tensiones internas en el hormigón (TN) y de deformación de la armadura (DA) se encuentran instalados dentro del hormigón y se encuentran en operación desde hace aproximadamente 45 años. Todos son del tipo Carlson que indican valores de resistencia eléctrica, leídos mediante un puente de Wheatstone. En este caso, el CONTRATISTA deberá interconectar terminales actuales de lectura a las UAR de destino de estos instrumentos donde deberá ser tratada y procesada la señal.

#### 5.7.2.4 Deformación de fundaciones y taludes

##### **Extensómetros**

Los extensómetros de vástagos de la presa ITAIPU Binacional son del tipo mecánico, con lecturas manuales realizadas con ayuda de un reloj comparador, midiendo la distancia entre la parte superior de los vástagos del instrumento y el cabezal de referencia fijado a la parte superior de la roca fundacional, paramento de talud, o hormigón de los bloques de la presa. Una parte de estos extensómetros ya está automatizada, totalizando 110 vástagos. La automatización de nuevos extensómetros (149 vástagos) deberá:

- Permitir la lectura simultánea del sistema automático que se suministrará y las lecturas manuales con reloj comparador;
- La fijación del cabezal de lectura debe mantener las características de los instrumentos ya automatizados. Para ello, la CONTRATADA deberá proporcionar los materiales, las conexiones y realizar las adaptaciones necesarias para la instalación. El ANEXO Q - AUTOMATIC DATA ACQUISITION SYSTEM FOR THE CIVIL INSTRUMENTATION OF THE DAM - ADAS – EXTENSOMETER (DOCUMENTO 4006-DC-C3829-I) describe la cabeza del extensómetro y la fijación de los sensores automatizados;
- Características mínimas de los sensores:
- Tipo de transductor de desplazamiento: cuerda vibratoria, compatible con la UAR a suministrar, y con las características técnicas que se indican a continuación:
  - Campo de lectura: 12,5 mm;
  - Precisión (Accuracy):  $\pm 0,1\%$  F.S.R.;
  - Resolución: 0,025% F.S.R.;
  - Temperatura de Trabajo:  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $+45^{\circ}\text{C}$ ;
  - Termómetro incorporado.

Fijación del cabezal de lectura (sensor): Los sensores a suministrar deberán instalarse de forma que permitan la lectura simultánea del sistema automático a suministrar y del convencional actual, es decir, el cabezal del extensómetro deberá seguir permitiendo la toma de lecturas mediante un reloj comparador.

#### 5.7.2.5 Medidores de juntas

##### Medidores Triortogonales

Los Medidores Triortogonales existentes en la ITAIPU no admiten automatización. Por lo tanto, deben ser suministrados Medidores Triortogonales completos y automatizados para ser instalados en los lugares indicados por ITAIPU.

Características mínimas de los sensores a suministrar por el CONTRATISTA:

- IP-68;
- Precisión (Accuracy):  $\pm 0,2\%$  F.S.R.;
- Campo de lectura:  $\pm 15$  mm;



- Resolución: 0.025% F.S.R
- Temperatura de Trabajo: -20°C a +80°C;
- Termómetro incorporado.

#### 5.7.2.6 Desplazamiento de capas de suelo y/o roca

##### ***Inclinómetros***

En este caso, el CONTRATISTA deberá interconectar/integrar el sistema ADAS actual a la UAR11-A de destino de estos instrumentos donde se procesan las señales.

Los sensores de tipo Inclinómetro se conectan a UAR11-A cuya sustitución/modernización no forma parte de este suministro. El servicio de interconexión que se comenta en este apartado es una integración, y su implementación deberá realizarse según lo dispuesto en 6.3.

Para fines de conocimiento e información, a continuación, se detallan los tipos de inclinómetros disponibles en ITAIPU.

Los inclinómetros son tipo IPI – *In Place Inclinometers*, y permiten mediciones de desplazamientos laterales biaxiales y ortogonales entre sí, de forma remota y continua, y tienen las siguientes características:

- Sensores alojados en una envoltura impermeable de acero inoxidable;
- Sensores acelerométricos basados en tecnología MEMS (*Micro Electro Mechanical Systems*) con lectura digital con las siguientes características:
  - Resolución (Rs), siendo  $R_s \leq 0,0006^\circ$ ;
  - Rango de medición (FS): siendo  $FS \leq \pm 30^\circ$ ;
  - Repetibilidad (Rp), con  $R_p \leq 0,0125\%$  de FS;
  - Temperatura de funcionamiento (T), donde  $a < T < b$ : siendo  $a \leq -30^\circ\text{C}$  y  $b \geq +60^\circ\text{C}$ ;
- Los sensores de un conjunto de inclinómetros deben leerse a través de un único cable de señal diseñado para conectar en cadena varios sensores. Los conectores de cable deben ser impermeables y tener una clasificación IP68, mínimo 1,0 MPa;

#### 5.7.2.7 Caudales de infiltración

Los caudales se miden mediante medidores de placa, de modelo triangular o rectangular, midiendo la altura de la columna de agua, dentro del canal aguas arriba del medidor.

Características mínimas de los sensores a suministrar por el CONTRATISTA:

- Tipo de transductor de presión para medir la columna de agua: cuerda vibratoria, con dispositivo de aireación, para medición de presión absoluta;
- Campo de lectura: até 300 mm. Se pueden evaluar otros campos de lectura durante el Workstatement;
- Precisión (Accuracy):  $\pm 0,5\%$  F.S.R. para el campo indicado anteriormente;
- Sensibilidad:  $\pm 0,1\%$  F.S.R.;
- Temperatura de Trabajo:  $0^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ ;

#### 5.7.2.8 Pluviometría en el área del proyecto

Parte de este contrato es el suministro e instalación de tres (03) pluviómetros, a instalar en las UAR 1, 20 y 21, en los extremos de las presas de tierra de la margen derecha e izquierda, respectivamente. Los pluviómetros deberán tener las siguientes características:

Método de medición: "*tipping bucket*";

- Área de captación:  $300\text{ cm}^2 \pm 20\%$ ;
- Resolución: 0,20 o 0,25 mm de precipitación por basculado;
- Dispositivo detector de basculada do tipo reed switch, óptico ou ampola de mercúrio;
- Error: 3% para intensidades de precipitación de 50 mm/h y 1% para intensidades de hasta 25 mm/h;
- Los mecanismos sensores del pluviómetro deben ser de material metálico, con protección anticorrosión.

#### 5.7.2.9 Presión atmosférica

La presión atmosférica se mide con 2 (dos) barómetros electrónicos de alta precisión con salida digital.

Características mínimas de los sensores que debe suministrar el CONTRATISTA:

- Tipo de transductor: piezoresistivo o cuerda vibratoria;

- Campo de lectura: 800 a 1100 hPa;
- Precisión (Accuracy): < 0,4 hPa;
- Temperatura de trabajo: -40°C a +60°C;

## 5.8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

En este apartado se describen en términos generales las características mínimas que deben cumplir los principales componentes a suministrar para que sirvan de referencia complementaria a los requisitos explicados a lo largo de esta especificación técnica.

Nota: Los modelos de referencia citados en las secciones siguientes tienen carácter meramente informativo, pudiendo suministrarse cualquier equipo que cumpla con los requisitos mínimos presentados. Los requisitos contenidos en los capítulos de esta especificación técnica prevalecen sobre los definidos en esta sección en caso de discrepancias.

### 5.8.1 Datalogger

- Entradas compatibles con sensores analógicos (tensión y corriente), termopares, seriales SDI, pulso, cuerdas vibratorias y frecuencia;
- Convertidor ADC de 24 bits;
- Compatible con SNMPv3;
- Almacenamiento de 4 MB SRAM + 72 MB flash;
- Interfaz para medir sensores de cuerda vibratoria;
- Debe tener una ranura para expansión de memoria de al menos 16 GB;
- Precisión del reloj  $\pm 3$  min por año, corrección GPS opcional a 10  $\mu$ s;
- USB micro B para conexión directa a PC, 2.0 máxima velocidad, 12 Mbps;
- Interfaz Ethernet 10/100;
- Par de terminales de batería, para entradas de alimentación reguladas a 12V o VRLA recargable de 12V para modo UPS;

- Dos terminales alternos de 12 V para sensores de fuerza o dispositivos de comunicación, 1100 mA a 20°C;
- Terminal 12 V continuo
- Poner a disposición un puerto para conexión directa a una Notebook que permita:
  - Actualización del firmware;
  - Programación de rutinas de recopilación, almacenamiento y transmisión de datos e información de interés (por ejemplo: datos de auscultación, parámetros de configuración de la UAR e instrumentos en funcionamiento);
  - Configuración y calibración de los instrumentos (por ejemplo: compensación y ganancia);
  - Descarga y carga (download y upload) de los parámetros de configuración de la UAR y de los sensores;
  - Descarga de datos y de la información almacenada;

Referencia comercial: *Datalogger CR6 – Campbell Scientific*

### 5.8.2 Multiplexores

- Compatible con el Datalogger descrito en el inciso 5.8.1;
- Mínimo de 16 canales (conmutación de 4 cables) o 32 canales (conmutación de 2 cables);
- Terminales de cables extraíbles;
- Air Discharge: IEC61000-4-2, nivel de prueba 4 (+/-15 kV);
- Contact Discharge: IEC61000-4-2, nivel de prueba 4 (+/-8 kV) ;
- Protección contra sobretensiones: IEC61000-4-5, nivel de prueba 3 (+/- 2 kV, impedancia de acoplamiento de 2 ohmios);
- Temperatura de funcionamiento | -40°C a +70°C (-40 a +160°F).

Referencia Comercial: *AM16/32B Multiplexer – Campbell Scientific*

### 5.8.3 Baterías - Fuentes de alimentación independientes

- Baterías tipo “LiFePO4” (Batería de Fosfato de Hierro y Litio);

- Tensión de salida: 12 VDC;
- Capacidad nominal: Para ser dimensionado según 5.2.6.2.

#### 5.8.4 Equipo de Radio (Rango 902 MHz a 907,5 MHz y 915 Mhz a 928 MHz)

- Frecuencia de trabajo: Rango 902 MHz a 907,5 MHz y 915 Mhz a 928 MHz con salto de frecuencia de amplio espectro (FHSS). Debe ser posible habilitar o deshabilitar las bandas de frecuencias;
- Velocidades de transmisión de al menos 154 Kbps;
- Sensibilidad mínima -100 dBm para BER  $1 \times 10^{-4}$  con velocidad de 115 kbps;
- Código de transmisión de errores de 32 bits CRC con retransmisión automática;
- Soporte para protocolos de Ethernet: IEEE 802.3, TCP/IP, DHCP, ICMP, UDP, ARP, Multicast y TFTP;
- El suministro de energía del equipo de radio debe ser compatible con el rango de 6 a 30 Vdc;
- Interfaz de transmisión de datos utilizando el estándar Ethernet;
- Temperatura de Funcionamiento: -40°C a +75°C.

Referencia comercial: Radio Digital Freewave FGR2-PE o similar

#### 5.8.5 Equipo de Radio (Rango 2.402 MHz a 2.472 MHz)

- Frecuencia de trabajo: Rango 2.402 MHz a 2.472 MHz;
- Sensibilidad mínima -92 dBm (MCS0) a -68 dBm (MCS15); (Canal de 200 MHz);
- Potencia de transmisión -15 a +30 dBm;
- Protección IP55;
- Soporte para protocolos IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, SNMPv2c, HTTPs, STP, SSH, IGMP Snooping;
- Gerenciamiento HTTPs, SNMPv2c, SSH;
- VLAN 802.1Q con prioridad 802.1p;

- El suministro de energía del equipo de radio debe ser compatible con el rango de 10 a 30 Vdc;
- Interfaz de transmisión de datos utilizando el estándar Ethernet;
- Temperatura de Funcionamiento: -30°C a +60°C.
- Referencia comercial: EPMP FORCE 200 2.4 Ghz o similar

#### 5.8.6 Panel solar

- Potencia mínima de 50W, la cual deberá dimensionarse de acuerdo a la demanda de consumo de la UAR y la autonomía requerida;
- Deben ser resistentes a la intemperie, radiación UV, vientos, impactos mecánicos y penetración de polvo y humedad;
- Se debe garantizar el funcionamiento dentro del rango nominal de 12 Vcc.
- Referencia comercial: *SP50-L 50 W Solar Panel, Campbell Scientific.*

#### 5.8.7 Conjunto de antena y cables (900 MHz)

- Antena para las UAR inalámbricas.
  - Antenas direccionales de 900Mhz;
  - Mínimo 17dbi de ganancia;
  - Debe incluir conjunto de cables, dispositivos de protección, y todos los accesorios.;
- Estación Central
  - Antena omnidireccional de 900 Mhz;
  - Mínimo 17dbi de ganancia;
  - Debe incluir conjunto de cables, dispositivos de protección, y todos los accesorios;

#### 5.8.8 Conjunto de antena y cables (2,4 GHz)

- Antena para las UAR inalámbricas.
  - Antenas direccionales de 2,4 GHz;
  - Mínimo 17dbi de ganancia;
  - Debe incluir conjunto de cables, dispositivos de protección, y todos los accesorios.;
- Estación Central
  - Antena omnidireccional de 2,4 Ghz;
  - Mínimo 17dbi de ganancia;
  - Debe incluir conjunto de cables, dispositivos de protección, y todos los accesorios;

#### 5.8.9 Supresor de sobretensiones

- Tensión máxima: 90 V;
- Sobrecorriente máxima: 10 kA;
- Tiempo de respuesta: menos de 10 ns.
- Temperatura de Funcionamiento: -30°C a +80°C;
- Tipo N 10 kA RS;

Referencia Comercial: *RS 288-171*

#### 5.8.10 Power supply regulator

- Tensión nominal: 12 V;
- Tensión máxima: 25 V;
- Corriente de funcionamiento: 10 amperios;
- Temperatura de Funcionamiento: -40°C a +60°C

Referencia comercial: *SS-10L SUNSAVER*

## 6 REQUISITOS DE SERVICIO

### 6.1 SERVICIOS DE MONTAJE, INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN

El CONTRATISTA es responsable del montaje, instalación, configuración de todos los equipos, materiales, software y demás elementos a suministrar, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema en su conjunto.

La instalación de las UAR, interconexión entre la Estación Central y las UAR, y la interconexión entre los sensores y las UAR deberá ser realizada por el CONTRATISTA.

#### 6.1.1 Requisitos de inspección y fiscalización del montaje

Todas las actividades de campo ejecutadas por el CONTRATISTA estarán sujetas a fiscalización por las áreas competentes de la ITAIPU;

Los inspectores designados por ITAIPU tendrán autoridad ilimitada para controlar todas las actividades, pudiendo ordenar en cualquier momento la interrupción de cualquier servicio, si se detectan no conformidades relacionadas con los requisitos técnicos de calidad y seguridad o con las condiciones para la realización del montaje, instalación y configuración;

##### 6.1.1.1 Horario de trabajo

La programación de los servicios deberá considerar que el horario normal de trabajo diario de ITAIPU es de lunes a viernes, de 7:30 a 12:00 y de 14:00 a 17:30 (horario Central Hidroeléctrica de ITAIPU).

El CONTRATISTA deberá cumplir con el turno laboral y el calendario anual de feriados definido por ITAIPU.

No es permitida la circulación de funcionarios del CONTRATISTA fuera del área donde se encuentran realizando los servicios, excepto cuando sea autorizado por ITAIPU.

##### 6.1.1.2 Transporte de trabajadores

El CONTRATISTA debe proveer transporte a sus trabajadores hasta el lugar de trabajo y demás movimientos dentro de la hidroeléctrica. El transporte deberá realizarse mediante un vehículo adecuado para este uso, quedando prohibido el transporte de personas en vehículos destinados al transporte de material y/o el transporte de personas por encima de la capacidad del vehículo. El



transporte de personas deberá realizarse con todos los pasajeros sentados y con el cinturón de seguridad puesto.

El CONTRATISTA deberá mantener los vehículos en perfecto estado y funcionamiento, limpios y sanitizados interna y externamente.

El CONTRATISTA se hace cargo de todos los gastos referentes al conductor, combustible, mantenimiento, seguros, etc.

#### 6.1.1.3 Bitácora de Obras

El CONTRATISTA deberá completar la Bitácora de Obras según lo descrito en el documento N° 4000-81-15501. Además, el CONTRATISTA deberá proveer toda la infraestructura y equipos para utilizar la herramienta Web proporcionada por ITAIPU, tales como:

- Computadoras;
- Teléfonos inteligentes (*smartphones*);
- Impresora;
- Cableado;
- Enrutadores;
- Access point;
- y demás equipamiento necesario para completar la perfecta cumplimentación del documento;

La bitácora de obras deberá ser cumplimentado por el técnico responsable, supervisores, técnico en seguridad laboral y profesionales que realizaron los servicios, con el conjunto de detalles previstos en el documento N° 4000-81-15501.

El CONTRATISTA debe proveer internet móvil para acceder a las herramientas WEB puestas a disposición por ITAIPU para acceder a la bitácora de obras.

El CONTRATISTA deberá designar un responsable por firmar la Bitácora de Obras mediante firma digital adquirida por el CONTRATISTA. El documento deberá ser remitido a ITAIPU a través del sistema de protocolo electrónico de ITAIPU.

#### 6.1.1.4 Equipos de Protección Individual (EPI) y Equipos de Protección Colectiva (EPC)

El CONTRATISTA debe proveer y utilizar todos los EPI y EPC de acuerdo con las Directrices de Seguridad Ocupacional adjuntas a esta especificación técnica, y las directrices de la norma regulatoria NR-6 para cada actividad específica. Además, el CONTRATISTA debe proveer uniforme a todos los empleados, y los electricistas y sus respectivos ayudantes deberán usar ropa apropiada.

#### 6.1.1.5 Uniforme Ignífugo – NR 10

Todos los ensambladores y sus respectivos asistentes que realizarán actividades en campo deberán usar uniformes que ofrezcan protección y comodidad a los trabajadores expuestos al riesgo de incendio repentino, arco eléctrico, transferencia de calor, metales fundidos y chispas.

Estos uniformes deben tener un grado de protección mínimo de categoría 2, es decir, deben soportar un calor superior a 8 cal/cm<sup>2</sup> (ATPV - *Arc Thermal Performance Value*).

La ropa debe cumplir con las normas del Ministerio de Trabajo (NR-6, NR-10 y las demás normas) o con normas internacionales como NFPA 70E, NFPA 2112, ASTM F1930, ASTM F2621, ASTM D6413, ASTM F1959 y ASTM F1506.

La norma americana NFPA 70E (*Electrical Safety in the Workplace*/Seguridad Eléctrica en el Lugar de Trabajo), divide la vestimenta en las categorías de riesgo informadas en la Figura 5.

Categoría de Risco	ATPV Mínimo Requerido para o EPI (cal/cm <sup>2</sup> )
0	Não aplicável
1	4,0
2	8,0
3	25,0
4	40,0



Figura 5 - Uniforme para electricista.

El CONTRATISTA debe proveer indumentaria con la categoría de riesgo adecuada de acuerdo a la ubicación, equipamiento y condiciones del servicio a realizar, siendo la categoría 2 la mínima utilizada por los profesionales.

#### 6.1.1.6 Materiales y dispositivos

Todos los materiales necesarios para la realización de la obra serán proporcionados íntegramente por el CONTRATISTA, debiendo estar de acuerdo con las Normas Técnicas vigentes; ABNT - Asociación Brasileña de Normas Técnicas (Brasil) y/o INTN - Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (Paraguay), y sus respectivas memorias, así como las convocatorias contenidas en estas especificaciones técnicas.

El CONTRATISTA deberá mantener bajo constante vigilancia y cuidado todos los materiales de aplicación durante el montaje, así como todas sus herramientas y equipos, para evitar posibles ocurrencias de pérdida, robo, hurto, daño y/o extravío.

Las marcas de productos o equipos contenidas en especificaciones, proyectos y otros documentos representan meras referencias. La palabra SIMILAR debe entenderse como Estrictamente Equivalente, presentando los mismos requisitos de calidad y desempeño. Cuando se incorporen a obras, deberán ser previamente aprobados por la ITAIPU. Los materiales que no cumplan las especificaciones deberán ser sustituidos por otros que sí las cumplan.

Se aceptarán otras marcas previo envío de catálogo, certificados y/o muestra para análisis y aprobación por parte de ITAIPU, antes de aplicar los materiales.

Las cantidades reportadas en las listas de materiales y hojas de precios son informativas y no garantizan valores absolutos para las mediciones.

Todo movimiento de carga, transporte, descarga, izaje, manipulación, almacenamiento y protección de todos los materiales y equipos, durante el período de ejecución de los servicios hasta la aceptación final y entrega definitiva a ITAIPU, será responsabilidad exclusiva del CONTRATISTA.

La aprobación o inspección por parte de ITAIPU no exime al CONTRATISTA, bajo ninguna circunstancia, de la responsabilidad de garantizar la calidad de los servicios objeto de estas Especificaciones Técnicas.

El transporte, carga, descarga, manipulación en obra y almacenamiento durante el período de ejecución hasta la entrega de los servicios a ITAIPU será responsabilidad del CONTRATISTA, y los costos deberán estar incluidos en la oferta comercial.

#### 6.1.1.7 Instalaciones del CONTRATISTA

ITAIPU pondrá a disposición del CONTRATISTA un área para uso social, con puntos de conexión de energía y agua. La movilización, desmovilización, montaje, gestión de conexión de servicios, mantenimiento, limpieza, vigilancia y operación de todas las instalaciones del CONTRATISTA será responsabilidad del CONTRATISTA y deberá ser aprobada previamente por ITAIPU, y los costos de implementación y mantenimiento deberán estar incluidos en los valores. presentado en la Hoja de Precios.

El CONTRATISTA debe proveer alimentación a sus empleados, no pudiendo permanecer en el taller industrial durante los descansos para comer. El CONTRATISTA sólo podrá regresar a los frentes de trabajo después de finalizado el periodo de almuerzo.

El CONTRATISTA podrá consumir alimentos en las cafeterías disponibles en las instalaciones de ITAIPU, debiendo cubrir todos los costos de suministro y transporte. Si el CONTRATISTA opta por retirar a sus empleados durante el horario de almuerzo, deberá cubrir los costos de transporte y provisión de comidas fuera de ITAIPU.

No se autorizará la preparación y suministro de alimentos en lugares inadecuados y no autorizados por ITAIPU.

El CONTRATISTA podrá utilizar energía eléctrica y agua, desde puntos existentes en la red de ITAIPU, quedando las conexiones (y mantenimientos) hasta los locales de consumo a cargo del CONTRATISTA. El suministro se realizará sin coste alguno para el CONTRATISTA, siempre y cuando se limite a las necesidades específicas de los servicios objeto del presente contrato.

El mantenimiento, limpieza, vigilancia y operación de las instalaciones del CONTRATISTA, durante la vigencia del contrato, será responsabilidad exclusiva del CONTRATISTA.

Durante la ejecución de la obra, el CONTRATISTA deberá mantener continuamente en buen estado de conservación y limpieza las áreas ocupadas por las instalaciones.

#### 6.1.1.8 Disposiciones Generales

Cualquier detalle técnico, no previsto en estas Especificaciones Técnicas, siempre será resuelto dentro de las normas técnicas habituales de construcción y dentro del estándar ejecutivo, acordado con la Fiscalización de ITAIPU.

Al realizar los servicios, el CONTRATISTA deberá bloquear temporalmente el área mediante un cono de seguridad, mampara y señalización de seguridad.

Los trabajos solamente serán liberados para la inspección final de entrega a la ITAIPU después de la remoción de todos los escombros y sobras de materiales.

Las áreas de trabajo deben permanecer limpias. Los escombros procedentes de los servicios, así como todo tipo de desechos y materiales sobrantes, deberán ser transportados y depositados, por el CONTRATISTA, en las áreas de desecho, a una distancia de aproximadamente 1 km, conforme indicado en el documento **ANEXO N - USINA HIDRELETRICA DE ITAIPU - AREAS PARA DEPOSITO DE LIXOS - DETRITOS DE CONSTRUCAO** (DOCUMENTO 3000-DI-15516-P)

El CONTRATISTA deberá necesariamente adoptar el plan de recolección selectiva de residuos vigente en ITAIPU (orgánicos, papel, plástico y aceite), y entregar los residuos debidamente separados al centro de reciclaje, ubicado en la Margen Izquierda, aproximadamente a 1,5 km de la ubicación de los servicios.

Previamente al inicio de los servicios, será agendada una reunión entre ITAIPU y el CONTRATISTA para la presentación de sus representantes del la CHI y para concordar los procedimientos que deberán ser seguidos durante la ejecución de los trabajos.

El CONTRATISTA deberá cumplir con las normas y legislación vigente en la materia, con el objetivo de proteger el medio ambiente.

Al realizar los servicios, el CONTRATISTA será el único responsable de todas las medidas necesarias para prevenir o minimizar impactos negativos en el servicio, debiendo además tener en cuenta que:

Se prohíbe el uso de sustancias peligrosas no biodegradables en la limpieza de cualquier área necesaria para el trabajo a realizar;

## 6.2 SERVICIOS DE MIGRACIÓN DE DATOS

El sistema ADAS de la ITAIPU tiene casi 20 años de funcionamiento. Durante este período se generó una gran cantidad de datos históricos, los cuales deben ser preservados al momento de modernizar el sistema.

Actualmente, los datos históricos se almacenan en su forma sin procesar (lecturas de sensores) y en forma calculada (valores de ingeniería) en diferentes bases de datos, en la base de datos SQLServer. Luego de completar la instalación en campo y verificar el funcionamiento adecuado e integrado del sistema, el CONTRATISTA deberá migrar los datos históricos a su sistema, a fin de permitir análisis completos considerando los datos históricos y los nuevos datos adquiridos.

### 6.3 INTEGRACIÓN CON SISTEMAS DE LA ITAIPU

La definición del alcance de la integración será definida por la ITAIPU según la necesidad. Se requerirá del CONTRATISTA un estudio y evaluación para la realización del servicio, y - previa presupuestación y autorización - el servicio podrá realizarse mediante el uso de Horas de Servicio disponibles en el Banco de Horas de Servicios de Integración, a pedido de la ITAIPU.

La lista resumida de sistemas de posible integración a la nueva Solución ADAS se presenta en la siguiente lista:

- PI Osisoft: Historiador de datos utilizado en ITAIPU. La integración se realiza a través de conectores con el objetivo de enviar datos seleccionados a una base de datos centralizada de ITAIPU para diversos usos, incluso como intermediario para la integración con otros sistemas.
- Sistema Sismológico (GÜRALP): Sistema de ITAIPU para detección de sismos. Es deseable la integración con el sistema ADAS para permitirle aumentar la frecuencia de adquisición de datos (Ej.: de 30 min a 1 min) en caso de detección de sismo.
- SOAA: Sistema de Optimización de Análisis de Auscultación. Los datos del sistema ADAS integrado con el SOAA ayudarán en el análisis y la toma de decisiones relacionadas con la Seguridad de Presas;
- SOM: Sistema de Operación y Mantenimiento, utilizado para administrar los activos de la ITAIPU.

Es importante señalar que cada caso de integración debe ser cuidadosamente estudiado y analizado en trabajo conjunto entre ITAIPU y el CONTRATISTA.

## 7 CAPACITACIÓN

- El CONTRATISTA deberá ofrecer capacitación en 4 (cuatro) módulos distintos, siendo un módulo teórico general, uno específico sobre procedimientos de mantenimiento del sistema, y uno específico sobre sensores;
- La capacitación debe desarrollarse con el objetivo de adiestrar integralmente al personal de Ingeniería, Mantenimiento y Construcción de la hidroeléctrica en todos los aspectos relacionados con el Sistema ADAS;
- Todos los cursos deben realizarse en las instalaciones de ITAIPU;
- La duración y periodo preciso de la realización de los cursos deberán ser acordados entre ITAIPU y el CONTRATISTA durante la fase de Workstatement;
- El CONTRATISTA deberá proveer los materiales de soporte digitales e impresos en portugués y español, con todos los temas a tratar en el curso para todos los participantes;
- Todos los cursos serán evaluados por ITAIPU una vez finalizados y, si se consideran insatisfactorios, deben ser desarrollados nuevamente sin costo adicional;

### 7.1 MÓDULO 1 – TEÓRICO

- Deberá presentar los conceptos generales del nuevo Sistema ADAS, abarcando aspectos de uso, configuración y operación de los siguientes elementos: Arquitectura General del Sistema, Arquitectura General de las UAR, Software de Gestión de Datos, otros Software utilizados en el sistema.
- Se deberán ofertar 20 (veinte) cupos;
- Carga horaria sugerida para este módulo: 12 horas.

### 7.2 MÓDULO 2 – PROCEDIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN

- Capacitación específica a los equipos responsables con el objetivo de presentar y discutir procedimientos sugeridos para la administración del Sistema ADAS, cubriendo detalles sobre la administración de software y herramientas relacionadas.
- Deben presentarse el Software de Gestión de Datos y relacionados desde el punto de vista de la administración;

- Se deben abordar aspectos de identificación, diagnóstico y caracterización de fallas;
- Se deberán ofertar 16 (dieciséis) cupos; Carga horaria sugerida para este módulo: 8 horas.

### 7.3 MÓDULO 3 – PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

- Capacitación específica referente a los equipos responsables con el objetivo de presentar y discutir procedimientos sugeridos para el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del Sistema ADAS, cubriendo detalles sobre la implementación de la programación de los dataloggers, el sistema de comunicación y la operación del sistema integrado en general.
- El Software de Gestión de Datos y relacionados deben presentarse desde el punto de vista del mantenimiento;
- Se deben abordar aspectos de identificación, diagnóstico y caracterización de fallas;
- Se deberán ofertar 16 (dieciséis) cupos; Carga horaria sugerida para este módulo: 8 horas.

### 7.4 MÓDULO 4 – SENSORES

- Capacitación con el objetivo de presentar aspectos teóricos y prácticos del funcionamiento de los sensores suministrados;
- Se deben abordar y presentar los procedimientos sugeridos para el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los sensores;
- Se deben abordar aspectos de identificación, diagnóstico y caracterización de fallas;
- Se deberán ofertar 24 (veinticuatro) cupos; Carga horaria sugerida para este módulo: 16 horas.



## 8 PLANOS Y DOCUMENTACIÓN

### 8.1 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

ITAIPU pondrá a disposición de las CONTRATISTAS los documentos que deberán utilizarse como requisitos técnicos mínimos para la ejecución de los puntos previstos en el presente contrato. Ante cualquier divergencia entre documentos, prevalecerá esta especificación técnica.

El CONTRATISTA deberá cumplir con todos los requisitos técnicos descritos en la última revisión de los documentos que se detallan a continuación:

- 4000-20-15509-E: Procedimiento para el establecimiento de obrador y condiciones de servicios de apoyo para la realización de obras en el área industrial de la CHI;
- 4000-81-15501-E: Especificación Técnica - Bitácora de Obras;
- 5000-81-15500-E: Directrices básicas para los servicios de ensamblajes electromecánicos en el área industrial – Tuberías;
- 5000-81-15501-E: Directrices Básicas para Servicios de Montajes Eléctricos en el Área Industrial;
- 5000-81-15502-P - Diretrizes básicas para serviços de montagens elétricas no contrato de montagem eletromecânica e demais infraestruturas
- 5010-81-15500-E: Directrices Básicas para Servicios de Montajes Electromecánicos en el Área Industrial – Pintura Anticorrosiva y Señalización;
- NTS 05: Procedimientos de seguridad para el trabajo en espacios confinados;
- NTS 27: Trabajos en altura;
- NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.
- 2710-20-15200-E: Directrices básicas para elaboración, revisión y presentación de documentos técnicos.
- 3000-DI-15516-P: Central Hidroeléctrica de ITAIPU – Áreas de Depósitos de Basura/Escombro de Construcción;

## 8.2 REQUISITOS GENERALES

El CONTRATISTA deberá preparar y presentar para la aprobación de la ITAIPU, con un cronograma de entrega definido en el Workstatement, al menos los siguientes planos y documentos técnicos:

- Lista general de los planos y otros documentos técnicos;
- Proyecto ejecutivo para la instalación completa del sistema de automatización del sistema ADAS, incluyendo diseños y diagramas lógicos, planos en perspectiva frontal de los equipos, planos del sitio, detalles de montaje, configuración e instalación;
- Proyecto ejecutivo de la instalación completa infraestructura de comunicación del sistema ADAS, incluyendo todos los requisitos establecidos en el capítulo 5.6.
- Proyecto ejecutivo para la instalación completa de infraestructura para la interconexión con el proceso del sistema ADAS, incluyendo todos los requisitos establecidos en el capítulo 5.6.
- Especificaciones técnicas y catálogos de cada uno de los componentes del sistema, con sus dimensiones y principales características, incluyendo voltaje, consumo, ajustes, aislamiento, etc.;
- Diagramas unifilares, funcionales y de cableado, que muestran detalles de las conexiones eléctricas entre unidades y dispositivos, con planos de terminales o conectores de tomacorrientes;
- Planos de montaje que muestran detalles, tolerancias y tipos de fijación de los equipos y estructuras (cuando aplicable);
- Diseño y lista de las placas de características de los equipos y cableado;
- Lista de materiales incluyendo códigos, características principales, tipo, proveedor de cada componente y número de catálogo del fabricante;
- Manuales de instrucciones de montaje, configuración, mantenimiento y operación con los documentos mencionados anteriormente;
- Documentación que establece directrices para pruebas de fábrica y de campo, según se define en esta Especificación Técnica.

La aprobación de los proyectos no exime al CONTRATISTA de responsabilidad por las soluciones presentadas;

Los manuales de instrucción deben ser completos y autosuficientes, con diseños, instrucciones para su manipulación, instrucciones para pruebas, precauciones, etc., y deberán contar, como mínimo, con el siguiente contenido:

- Procedimientos de Mantenimiento, Operación y Planilla de Inspección y Control (PIC) para los siguientes equipos:
  - Instrumentos;
  - *Junction Box*;
  - Unidad de Adquisición Remota (UAR).
- Manual de codificación de instrumentos;
- Manual con fórmulas para la obtención de valores de ingeniería;
- Manuales de software y firmware;
- Manual de Datos Técnicos del Componente (código, descripción, especificación técnica, fabricante, etc.);
- Suministro de manual de servicio para componentes electrónicos, con diagramas de bloques, descripción funcional, detallado de los módulos que componen el equipo, diagramas eléctricos y electrónicos, listado de componentes, resolución de problemas, descripción de puntos de verificación en los circuitos impresos, y lista completa de códigos de error, cuando aplicable;
- Manual de instrucción de montajes.

Los procedimientos de mantenimiento deben contener información detallada sobre el proceso de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. La Planilla de Inspección y Control (PIC) debe contener la frecuencia de cada mantenimiento preventivo y la Lista de Materiales de Reserva (LMR)

debe contener el listado de materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo.

El CONTRATISTA deberá preparar un documento separado para cada tipo de instrumento.

Todos los planos de proyecto de la ITAIPU, incluyendo los planos de construcción (DC) y sus documentos asociados (LM, LE, LC, 16, 12), afectados por la implantación del nuevo sistema deben ser revisados por el CONTRATISTA. Para este efecto, ITAIPU pondrá a disposición los planos en formato digital en archivos DWG y/o raster y todos los planos aprobados;

Después de la conclusión de la instalación el CONTRATISTA es responsable de la revisión de los documentos elaborados conforme construido en campo (*As-Built*);

Todos los documentos presentados para su aprobación deberán ser suministrados de acuerdo con el estándar establecido en el documento de referencia 2710-20-15200-E (R4);

Todos los documentos deben presentarse en español (ES) o portugués (PT-BR).

### 8.3 CRITERIOS PARA LA PRESENTACIÓN DE DOCUMENTOS

- Información sobre envío, comentarios y aprobación de los documentos técnicos se describen en el documento de referencia 2710-20-15200-E (R4);
- El intercambio de documentación técnica entre el CONTRATISTA y la ITAIPU deberá ser necesariamente realizada por el sistema de gestión de documentos SAT EDMS de ITAIPU;
- Dentro de los 30 (treinta) días siguientes a la recepción de uno o más documentos, ITAIPU los devolverá al CONTRATISTA con el estado: Aprobado, Apto para envío del Físico, Aprobado con Comentarios, o No Aprobado. Los documentos con estado definido como aprobado o apto para envío del físico por la ITAIPU, no podrán ser modificados ni cancelados sin previo consentimiento por escrito. Los planos y documentos técnicos no aprobados deberán ser presentados nuevamente por el CONTRATISTA, para la aprobación de la ITAIPU, dentro de los 10 (diez) días calendario siguientes a su recepción, a fin de no alterar los plazos de entrega;

- Si luego de las correcciones sugeridas por ITAIPU algunas de las correcciones no son implementadas, el CONTRATISTA deberá justificarlo mediante un documento formal describiendo el motivo del incumplimiento del comentario, reservándose ITAIPU el derecho de corregir el documento a su discreción. El documento será considerado como recibido apenas cuando sea aprobado por la ITAIPU;
- La aprobación de documentos por la ITAIPU no exenta al CONTRATISTA de su responsabilidad por todas las obligaciones contenidas en el CONTRATO y sus anexos. El CONTRATISTA deberá mantener actualizada toda la documentación producida durante el proyecto.

## 9 LUGAR DE ENTREGA DE MATERIALES Y EQUIPOS

### 9.1 LUGAR DE ENTREGA DE MATERIALES Y EQUIPOS EN LA MARGEN IZQUIERDA

Depósito de la ITAIPU BINACIONAL, ubicado en la Av. Tancredo Neves, 6731

Foz de Iguaçu - Paraná (PR)

CEP: 85866-900

BRASIL

### 9.2 LUGAR DE ENTREGA DE MATERIALES Y EQUIPOS EN LA MARGEN DERECHA

Depósito de la ITAIPU BINACIONAL, ubicada en la Ruta Nacional N° 7 "José Gaspar Rodríguez de Francia" – PY07 (ex Supercarretera de ITAIPU).

Hernandarias - Dpto. Alto Paraná

PARAGUAY

### 9.3 LUGAR DE CUMPLIMIENTO DE LOS SERVICIOS

CHI - Central Hidroeléctrica de ITAIPU – Área Industrial

## 10 PROCEDIMIENTOS PARA LA ACEPTACIÓN DEL SISTEMA

La etapa de aceptación del sistema tiene como objetivo comprobar el cumplimiento a los requisitos de esta especificación técnica, la calidad y el correcto funcionamiento del sistema suministrado.

El procedimiento de aceptación del sistema está estructurado en tres etapas:

- Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT)
- Pruebas de Aceptación en Campo (TAC)
- Pruebas de Disponibilidad (TD)

Las descripciones de cada uno de los planes de pruebas y sus respectivos requisitos se presentan en ANEXO A - INSPECCIÓN, PRUEBAS Y ENSAYOS. Los procedimientos para aceptación del sistema son presentados en ANEXO B - PROCEDIMIENTO PARA LA ACEPTACIÓN DEL SISTEMA.

## 11 GESTIÓN DEL PROYECTO

### 11.1 WORKSTATEMENT

- Después de la emisión del Orden de Inicio del Servicio, un documento denominado Workstatement debe ser preparado. El CONTRATISTA elaborará el Workstatement en coordinación con ITAIPU, quien realizará la revisión y aprobación final;
- El CONTRATISTA debe programar reuniones técnicas con los responsables de la ITAIPU para discutir el proyecto y obtener las informaciones necesarias para la elaboración del documento.
- Todas las reuniones se celebrarán en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica de ITAIPU;
- Deben ser realizadas como mínimo dos reuniones, siendo una para dar inicio a los trabajos y una para consolidar la versión final del documento;
- Todos los costos involucrados en el proceso de elaboración desde el WORKSTATEMENT caben al CONTRATISTA;
- El Workstatement debe establecer:
  - El desglosado del alcance del suministro, demostrando el cumplimiento de todos los requisitos que constan en la Especificación Técnica;
  - Las etapas detalladas de implementación del proyecto de modernización de ADAS;
  - Detallado de la documentación de proyecto a ser elaborada por la CONTRATISTA;
  - Detalles de capacitación;
  - Los cronogramas a seguir:
    - Cronograma Físico-Financiero;
    - Cronograma global del proyecto que incluye mínimamente las fechas estimadas para:
      - Entrega de documentos técnicos que contengan el proyecto ejecutivo del proyecto;
      - Fecha de realización de las sesiones de capacitación;
      - Realizar pruebas de aceptación en fábrica;



- Sesiones de capacitación;
- Entrega de equipos y materiales;
- Montaje, Instalación y Configuración;
- Pruebas en campo;
- Puesta en Servicio (Comisionamiento);
- Prueba de Disponibilidad;
- Operación Asistida;
- Garantía.

El CONTRATISTA debe preparar el cronograma del emprendimiento

## 11.2 ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para facilitar y hacer más eficiente la gestión del proyecto, el proyecto se estructuró en subsistemas con etapas independientes. El alcance se dividió en los siguientes entregables:

- **Subsistema de Automatización: CDA y UAR:**
  - Proyecto Ejecutivo;
    - Proyecto de montaje en fábrica y PIT;
    - Proyecto de montaje en campo y PTC;
  - Prueba de Aceptación en Fábrica;
  - Entrega de equipos;
  - Montaje e Instalación en Campo;
    - Unidades de Adquisición Remota;
    - Instalación y Configuración del Centro de Datos (Software de Adquisición y Gestión de Datos);
  - Pre-Puesta en servicio (comisionamiento) de las UAR y del Centro de Datos (Características y Conectividad);

- **Equipos e Infraestructura de Comunicación;**
  - Proyecto Ejecutivo;
    - Proyecto de montaje en campo y PTC;
  - Entrega de equipos;
  - Montaje e Instalación en Campo;
  - Pre-Puesta en Servicio (Conectividad);
- **Sensores e Infraestructura de Procesos;**
  - Proyecto Ejecutivo;
    - Proyecto de montaje en campo y PTC;
  - Entrega de equipos;
  - Montaje e Instalación en Campo;
  - Pre-Puesta en Servicio (Conectividad);
- **Capacitación;**
  - Usuarios;
  - Mantenimiento;
  - Sensores.
- **Migración de Datos;**
- **Puesta en Servicio Integrada;**
- **Disponibilidad, Visitas de Soporte y Garantía;**

Las fases con relaciones lógicas entre las actividades necesarias en el desarrollo de las entregas deberán ser propuestas por el CONTRATISTA y aprobadas por ITAIPU en la fase de Workstatement, descrita en el apartado 11.1.

### 11.3 OBRAS CIVILES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

Al finalizar las obras civiles y el montaje electromecánico, el CONTRATISTA deberá elaborar un informe fotográfico de las condiciones finales previo a la puesta en servicio y solicitar inspección a la fiscalización de ITAIPU, la cual realizará la verificación dentro de los 10 días hábiles y presentará un informe de pendencias o aprobación para el inicio de la puesta en servicio.

Si existen pendencias identificadas durante la visita técnica final, el CONTRATISTA deberá realizar las subsanaciones y convocar a una nueva visita técnica final dentro de los 10 días hábiles. Las visitas técnicas por hecho o acto imputable al CONTRATISTA no estarán sujetas a pago.

Luego de la aprobación del montaje electromecánico, se iniciará la fase de puesta en servicio, la cual podrá ser supervisada por el CONTRATISTA.

El CONTRATISTA deberá comunicar con 10 días hábiles de anticipación la finalización del montaje electromecánico para poder programar la puesta en servicio. Para iniciar la puesta en servicio es necesaria la aceptación formal de la etapa de obra civil y montaje electromecánico.

La liberación para la puesta en servicio podrá ser realizada por UAR de forma independiente, a medida que se vayan liberando las obras civiles y el montaje electromecánico, sin eximir al CONTRATISTA de resolver nuevas pendencias que se presenten durante la fase de puesta en servicio.

### 11.4 PUESTA EN SERVICIO Y PRUEBAS DE DISPONIBILIDAD

La puesta en servicio (comisionamiento) es el proceso que garantiza que los sistemas y componentes de un sistema se diseñen, instalen, prueben, operen y mantengan de acuerdo con los requisitos técnicos establecidos en el instrumento contractual y sus anexos.

La puesta en servicio se puede dividir en las siguientes fases:

- Planificación de la puesta en servicio: Consiste en elaborar la planilla de puesta en servicio, que contiene los pasos, equipos, herramientas y procedimientos a aplicar durante las pruebas;
- Puesta en servicio desenergizada (puesta en servicio en frío): Consiste en verificación visual, pruebas dimensionales, pruebas en bancada, verificación de la integridad de los

componentes y sistemas involucrados, y pruebas electromecánicas previas a la interconexión del sistema con la central hidroeléctrica.

- Puesta en servicio energizada (puesta en servicio en caliente): Consiste en realizar pruebas funcionales utilizando las fuentes de energía definitivas en condiciones normales de operación del equipo y/o sistema para verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en el instrumento contractual, además de verificar la seguridad operativa y de trabajo;
- Pruebas de disponibilidad (operación asistida): Consiste en la operación del equipo y/o sistema bajo supervisión con un registro detallado de los eventos ocurridos durante un período definido;

La puesta en servicio se podrá realizar de forma parcialmente independiente una vez liberadas las obras civiles y el montaje electromecánico de la UAR. Una vez finalizadas las obras civiles y el montaje electromecánico del equipo y/o sistema, se procederá a la puesta en servicio integrada.

De existir pendencias de puesta en servicio, ITAIPU emitirá un informe al CONTRATISTA, el cual deberá resolver los puntos presentados en el plazo de 10 días hábiles. El plazo para la realización de la puesta en servicio por parte de ITAIPU quedará suspendido hasta que el CONTRATISTA resuelva las pendencias. Luego de resolver las pendencias, el CONTRATISTA deberá solicitar la reanudación de la puesta en servicio, reiniciando el período de puesta en servicio de la ITAIPU.

ITAIPU podrá identificar nuevas pendencias luego del reinicio de la puesta en servicio en puntos distintos a aquellos previamente presentados, es decir, ITAIPU podrá identificar pendencias en cualquier momento independientemente de las aprobaciones realizadas previamente, siempre que la ejecución no sea conforme a lo establecido en el instrumento contractual, especificación técnica, proyectos ejecutivos, normas y demás documentos.

## 11.5 SOFTWARE Y FORMATOS DE ENTREGA DE DOCUMENTOS

El CONTRATISTA deberá entregar los documentos en los siguientes formatos:

- Documentos Técnicos: Deben estar preparados en Autocad (formato .dwg) o algún formato de Microsoft Office Tool (.xls o .doc), dependiendo del tipo de documento a preparar.

- Cronograma: Debe prepararse utilizando la herramienta Primavera P6 y enviarse a ITAIPU en formato .xer. Podrá ser preparado utilizando otra herramienta específica para elaboración de cronogramas, siempre y cuando el archivo generado pueda ser importado por la herramienta Primavera P6 (XML compatible).
- Otros documentos del proyecto: Deben prepararse utilizando la herramienta Microsoft Office.

## 12 SERVICIOS DE SOPORTE

El CONTRATISTA proporcionará a ITAIPU todos los medios de soporte para el mantenimiento del Sistema ADAS - Recuperación/Ampliación durante el período de garantía establecido.

Como parte integral de los servicios de soporte incluidos en el suministro, ITAIPU solicita que durante el período de 36 (treinta y seis) meses, correspondiente al período de garantía del sistema, el CONTRATISTA realice visitas de soporte en sitio para realizar ajustes, evaluar *logs*, instalación de *patches*, *tuning* y *hardening* del sistema, base de datos y evaluación de estaciones remotas.

Las visitas de soporte son divididas en visita de soporte programadas (periódicas) y visitas de soporte de emergencia (aperiódicas).

### 12.1 VISITAS DE SOPORTE PROGRAMADAS (PERIÓDICAS)

- Las visitas periódicas de soporte son obligatorias y deben ser realizadas a intervalos de 04 (cuatro) meses desde el inicio del periodo de garantía;
- En total se debe hacer 09 (nueve) visitas de soporte programadas;
- Cada visita debe durar 2 (dos) días como mínimo;
- El cronograma con la programación de visitas y los criterios de movilización/desmovilización debe establecerse en el Workstatement;
- Las fechas de las visitas deben ser confirmadas por el CONTRATISTA con al menos 15 días antes del inicio programado;
- Todos los costos involucrados en las visitas son responsabilidad del CONTRATISTA;
- El profesional del CONTRATISTA asignado para realizar las visitas de soporte debe conocer a fondo el sistema implementado y debe haber preferiblemente participado de la Puesta en Servicio (Comisionamiento);
- Durante las visitas, el CONTRATISTA deberá recabar retroalimentación de los equipos de mantenimiento, obras e ingeniería, y realizar las verificaciones, pruebas y mediciones que considere necesarias para verificar el desempeño de los principales componentes del Sistema (CDA y UAR): Hardware, sistema operativo, software de aplicación, base de datos y sistema de comunicación;

- Después de cada visita, el CONTRATISTA deberá emitir un informe compuesto de su parecer sobre el estado de funcionamiento del sistema, un análisis de fallas producidos en el periodo transcurrido y en los registros de eventos, una descripción de ajustes y modificaciones implementados, y sugerencias de mejoras y modificación en los procedimientos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo;
- Cualquier intervención en el Sistema ADAS en funcionamiento sólo puede llevarse a cabo con la previa aprobación y la supervisión de ITAIPU.

## 12.2 VISITAS DE SOPORTE DE EMERGENCIA (APERIÓDICA)

- En complemento a las visitas de soporte periódicas ITAIPU podrá solicitar que se realicen hasta 06 (seis) visitas de soporte de emergencia (aperiódicas);
- Las visitas de soporte de emergencia, serán realizadas únicamente cuando solicitadas por ITAIPU;
- La fecha de ejecución y frecuencia de estas visitas quedan a criterio de la programación de la ITAIPU, de acuerdo con la necesidad detectada durante el período de operación industrial del sistema;
- Las visitas deberán realizarse dentro del plazo de garantía estipulado por la ITAIPU;
- Cuando accionada la visita de soporte de emergencia, el CONTRATISTA debe programar la realización de la visita en un plazo máximo de quince (15) días hábiles a partir de la fecha de la convocatoria;
- Todos los costos involucrados en las visitas son responsabilidad del CONTRATISTA;
- El profesional del CONTRATISTA asignado para realizar las visitas de soporte debe conocer a fondo el sistema implementado y debe haber preferiblemente participado de la Puesta en Servicio (Comisionamiento);
- Durante las visitas, el CONTRATISTA deberá recabar retroalimentación de los equipos de mantenimiento, obras e ingeniería, y realizar las verificaciones, pruebas y mediciones que considere necesarias para verificar el desempeño de los principales componentes del Sistema

(CDA y UAR): Hardware, sistema operativo, software de aplicación, base de datos y sistema de comunicación;

- Después de cada visita, el CONTRATISTA deberá emitir un informe compuesto de su parecer sobre el estado de funcionamiento del sistema, un análisis de fallas producidos en el periodo transcurrido y en los registros de eventos, una descripción de ajustes y modificaciones implementados, y sugerencias de mejoras y modificación en los procedimientos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo;
- Cualquier intervención en el Sistema ADAS en funcionamiento sólo puede llevarse a cabo con la previa aprobación y la supervisión de ITAIPU.



## 13 GARANTÍAS

### 13.1 EQUIPOS, MATERIALES Y SERVICIOS.

- El CONTRATISTA deberá garantizar todos los equipos, materiales y servicios incluidos en el suministro por un periodo de 36 (treinta y seis) meses a partir de la fecha de conclusión establecida en el Protocolo de Conclusión del Test de Disponibilidad, debiendo en este período eliminar cualquier defecto y cuando necesario realizar sustituciones adecuadas;
- Durante el período de garantía, el CONTRATISTA deberá atender la solicitud de ITAIPU para identificar defectos y, de ser necesario, enviar personal calificado en un plazo máximo de 15 (quince) días hábiles contados a partir de la fecha de la llamada;
- El CONTRATISTA contará con un centro de soporte técnico disponible en horario de oficina (08: 00-18: 00hrs - GMT: Brasília) para la consulta y el soporte a través de teléfono, tele-diagnóstico y/o correo electrónico en por menos uno de los siguientes idiomas: portugués, español o inglés;
- La aprobación de los documentos por la ITAIPU no exime al CONTRATISTA de la plena responsabilidad con respecto al proyecto, el buen funcionamiento del conjunto, y la entrega completa sin fallas u omisiones, que imposibiliten, perjudiquen o retrasen el montaje y la entrada en servicio;
- En caso de defectos, y habiendo por parte del CONTRATISTA la denegación, omisión o retraso de más de treinta (30) días a partir de la notificación de incumplimiento, la ITAIPU se reserva el derecho de realizar los servicios necesarios para remediar fallas a expensas del CONTRATISTA, sin perjuicio de cualquier derecho de ITAIPU y/o alteración de responsabilidades del CONTRATISTA o de las garantías contractuales;
- Los servicios, equipos, materiales y transporte necesarios para corregir los defectos dentro del período de garantía serán por cuenta del CONTRATISTA. En tales casos, un nuevo periodo de garantía de treinta y seis (36) meses se le dará a los servicios, materiales y equipos reparados o sustituidos;
- El CONTRATISTA deberá garantizar el suministro a la ITAIPU por compra opcional y fuera del alcance de esta adquisición, las piezas de recambio necesarias para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos durante un periodo mínimo de diez (10) años;

- Si el CONTRATISTA cierra la producción de piezas de recambio durante el periodo arriba citado, la ITAIPU debe ser notificada con antelación y con tiempo suficiente para que pueda establecer el suministro necesario.

## 13.2 SOFTWARE

- El período de garantía para todo el software incluido en el suministro debe ser de 36 meses desde la fecha de conclusión establecida en el Protocolo de conclusión de las Pruebas de Disponibilidad;
- El CONTRATISTA debe suministrar reparación para cualquier software propietario, incluyendo cualquier corrección o actualización durante todo el periodo indicado en el punto anterior;
- El CONTRATISTA deberá garantizar el buen estado operativo de los programas licenciados;
- La licencia deberá incluir soporte, suscripción y actualización de versiones durante todo el periodo de garantía, consistente en el derecho reconocido por el fabricante a actualizaciones de cualquier naturaleza (*updates, major, minor or maintenance releases*) para todo el software especificado, garantizando actualizaciones periódicas para evitar vulnerabilidades de seguridad;
- La suscripción debe proporcionar acceso, sin cargo, al sitio web oficial y a la base de conocimientos del Fabricante, así como a su repositorio de programas que contiene correcciones, actualizaciones recientes, controladores, programas de control e información;
- El Firmware se considera incluido en este ítem;
- Las nuevas versiones de Software y actualizaciones del sistema operativo, aplicativos y herramientas, que se generan en función de los problemas detectados por la ITAIPU o cualquier otro cliente que utiliza el mismo equipo, deberán ser suministrados sin costo alguno para la ITAIPU.

## REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

Los documentos que se enumeran a continuación se mencionan en el texto de esta especificación. En caso de divergencia, prevalecerán los requisitos establecidos en las Especificaciones, Contrato u Orden de Compra.

**2710-20-15200-P:** Directrices básicas para elaboración, revisión y presentación de documentos técnicos.

## ANEXO A - INSPECCIÓN, PRUEBAS Y ENSAYOS

El CONTRATISTA deberá preparar y someter a la aprobación de la ITAIPU los planes y procedimientos para llevar a cabo las Pruebas de Fábrica y Pruebas de Campo (PIT);

El CONTRATISTA es totalmente responsable por la ejecución de los ensayos definidos en el PIT;  
Los ensayos deben basarse en procedimientos establecidos, teniendo en cuenta las normas generales y específicas de cada equipo;

### a) Planes de Inspección y Pruebas (PIT)

Los Planes de Inspección y Ensayos son documentos que tienen como objetivo definir las actividades que se llevarán a cabo durante el proceso de aceptación del sistema. Los planes deberán contener, como mínimo, los siguientes elementos:

- Identificación del elemento a inspeccionar o ensayar;
- Objetivo del ensayo;
- Calendario de ensayos;
- Duración aproximada del ensayo;
- Requisitos del ensayo (personal y calificaciones, recursos, equipos, etc);
- Método exacto de la inspección o medición;
- Criterios de evaluación del ensayo;
- Normas aplicadas.

### b) Procedimientos de Pruebas

Los procedimientos de Ensayos son desgloses de los Planes de Inspección y Pruebas que deberán contener, como mínimo, los siguientes elementos:

- Identificación del elemento a inspeccionar o ensayar;
- Objetivo del ensayo;
- Breve descripción de las funciones que serán ensayadas;

- Referencia a la documentación del proyecto;
- Requisitos del ensayo;
- Descripción detallada del procedimiento de ejecución con informaciones paso a paso;
- Resultados esperados para cada paso y criterios de evaluación de los ensayos;
- Precauciones que deben tomarse para evitar daños a los equipos bajo ensayo y al personal involucrado;
- Formularios de resultados de la inspección o ensayo.

#### c) Planes de Pruebas de Campo (PTC)

El Plan de Pruebas de Campo describe todos los procedimientos para la puesta en servicio (comisionamiento) y ensayos a realizarse en la etapa de Pruebas de Aceptación en Campo (TAC). Es obligación del CONTRATISTA presentar a la ITAIPU el documento que contiene sugerencias para el TAC.

Debe ser entregado documentos editables y, cuando sea necesario, la ITAIPU se reserva el derecho de añadir, modificar o eliminar ensayos.

Los Ensayos realizados en esta etapa tienen como objetivo la aceptación del sistema en condiciones reales de campo, con todas las interfaces de comunicación conectados y equipos instalados en sus posiciones finales.

El PTC debe informar al menos:

- Identificación del ítem/sistema a inspeccionar o ensayar; ;
- Objetivo del ensayo;
- Breve descripción de las funciones/requisitos a ser ensayados;
- Referencia a la documentación del proyecto;
- Requisitos del ensayo;
- Descripción detallada del procedimiento de ejecución con informaciones paso a paso;
- Resultados esperados para cada paso y criterios de evaluación de los ensayos;

## ANEXO B - PROCEDIMIENTO PARA LA ACEPTACIÓN DEL SISTEMA

El procedimiento para la Aceptación del Sistema se divide en tres etapas:

- Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT)
- Pruebas de Aceptación en Campo (TAC)
- Prueba de Disponibilidad (TD)

### a) Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT)

Es el conjunto de las tareas, inspecciones y ensayos a ser realizado por el CONTRATISTA en la fábrica en la presencia de inspector de la ITAIPU para verificar el buen funcionamiento de los elementos del suministro y la liberación para su embarque. Las tareas, inspecciones y ensayos deben realizarse de acuerdo a los procedimientos establecidos en el documento de Condiciones Generales de Inspección de ITAIPU.

El objetivo de estos ensayos es demostrar el pleno cumplimiento de todos los requisitos de diseño establecidos para cada pieza de equipo y material, incluyendo el software y el firmware. Como mínimo, deben ser incluidos en esta etapa los ensayos para los sensores (instalación, configuración y adquisición de datos) funciones y operaciones del registrador de datos (datalogger), sistema de comunicaciones (transmisión de datos) y funcionamiento y operación de la Estación Central, así como la prueba de compatibilidad e interoperabilidad entre todos los equipos que integran la solución.

### Consideraciones generales sobre la inspección en fábrica

Los controles de calidad realizados en SUBCONTRATISTAS serán de exclusiva responsabilidad del CONTRATISTA y llevados a cabo por sus inspectores. La ITAIPU se reserva el derecho de acompañar tales eventos, a través de sus INSPECTORES.

En el caso de la nueva inspección de materiales, equipos o software rechazado, la ITAIPU puede requerir ensayos especiales referentes a no conformidades, sin cargo adicional para la ITAIPU. En cualquier momento, la ITAIPU se reserva el derecho de fiscalizar el avance de la fabricación y de supervisar la calidad especificada.

El control ejercido por la ITAIPU no disminuye la responsabilidad del CONTRATISTA por la perfección técnica de equipos, software y materiales, así como los servicios prestados.

El CONTRATISTA deberá convocar a la inspección con quince (15) días de antelación para inspecciones regionales (Brasil - Paraguay) y 45 (cuarenta y cinco) días en otros países. La convocatoria debe indicar claramente lo siguiente:

- Número de documento contractual;
- Inciso;
- Descripción del material/equipo a ensayar;
- Cantidad;
- Lugar de Ensayo;
- Personal de contacto;
- Duración de Ensayo.

Cada inspección será objeto de la emisión de un Boletín de Inspección (BI). El CONTRATISTA presentará a la ITAIPU copias autenticadas de todos los informes de ensayos e inspección, visadas por los inspectores de la ITAIPU y aprobados por responsables técnicos del CONTRATISTA.

Después de la emisión del Protocolo de Conclusión de las Pruebas de Aceptación en Fábrica, lo que atestigua la Liberación Técnica, se emitirá el Certificado de Liberación de Embarque (CLE), debiendo una copia del mismo acompañar la Factura Legal.

b) Pruebas de Aceptación en Campo (TAC)

El TAC es el conjunto de tareas a ser realizadas por la ITAIPU con la supervisión y el seguimiento del CONTRATISTA para comprobar el correcto funcionamiento del sistema. Todos los procedimientos para la puesta en servicio (comisionamiento) y pruebas a realizarse en esta etapa deben ser elaborados por el CONTRATISTA y sometidos previamente para la aprobación de la ITAIPU, que podrá utilizarlos de acuerdo a conveniencia restricta, de acuerdo a requisitos establecidos en el ANEXO A INSPECCIÓN, PRUEBAS Y ENSAYOS DE ESTA ESPECIFICACIÓN.

Los Ensayos realizados en esta etapa tienen como objetivo la aceptación del sistema en condiciones reales de campo, con todas las interfaces de comunicación conectados y equipos instalados en sus posiciones finales.

Los ensayos se iniciarán después de la conclusión final de montaje, instalación y configuración del sistema.

c) Protocolo de conclusión de pruebas

El protocolo de conclusión de ensayos es el documento/acta emitida por la ITAIPU después de la finalización satisfactoria de los Pruebas de Aceptación en Campo (TAC).

d) Operación Asistida

La operación asistida es el período de quince (15) días de operación del sistema, contados a partir de la fecha de emisión del Protocolo de Conclusión de Pruebas de Campo (TAC). Durante el período en cuestión el CONTRATISTA pondrá a disposición un técnico residente en la ITAIPU, principalmente en horario comercial y, eventualmente, en horario nocturno (de acuerdo a horarios de turno de los operadores), con conocimiento de configuración y el funcionamiento del Sistema para ayudar al personal de Mantenimiento y Operación de la Central Hidroeléctrica.

e) Pruebas de Disponibilidad (TD)

Es el período de 600 (seiscientos) horas de funcionamiento del sistema completo, contados a partir de la finalización con éxito del período de Operación Asistida. Este ensayo tiene por objeto verificar el cumplimiento de los requisitos funcionales y operacionales del sistema ADAS durante el funcionamiento normal, ejecutando todas las funciones especificadas en esta Especificación Técnica.

Durante la Prueba de Disponibilidad el sistema debe estar sujeto a las condiciones normales de uso. El CONTRATISTA proporcionará todas las reparaciones y/o sustituciones de las piezas dañadas, sin costo alguno para la ITAIPU.



## Criterios de la Prueba de Disponibilidad

La disponibilidad del Sistema se verificará de acuerdo con dos criterios:

- Índice de Disponibilidad (ID);
- Número de fallas.

El incumplimiento de cualquier de los criterios expuestos anteriormente implica en la calificación del ensayo respectivo como siendo insatisfactoria.

El Índice de Disponibilidad comprobará la disponibilidad de las funciones ejecutadas por el Sistema utilizando la expresión:

$$ID = (1-TI/PT)*100$$

siendo:

- TI: Tiempo Indisponible, en horas, tomando como el tiempo durante el cual cualquier función del sistema no se pudo ejecutar;
- PT: Período de Prueba de Disponibilidad, en horas.

El valor de TI se calcula de la siguiente manera:

$$TI = TA + TR$$

siendo:

- TA: El Tiempo Administrativo, en horas desde la detección de la falla hasta la llegada del personal de mantenimiento al local. Para la evaluación de TI se considerará este tiempo fijo e igual a una (1) hora.
- TR: Tiempo Real de Reparación, en horas, que es el tiempo real requerido para el mantenimiento del sistema que incluye el tiempo de la retirada del material requerido desde el depósito de la ITAIPU.

No se contará como tiempo indisponible las fallas del sistema de energía de la Itaipu y fallas en los enlaces de comunicación externa de operadores por los cuales el CONTRATISTA no es responsable.

## f) Caracterización de fallas

El número de fallas indicará el grado de incidencia de los problemas del Sistema. Se tendrán en cuenta fallas en los siguientes elementos:

- Fallas e Inestabilidades en cada subsistema;
- Fallas de Inestabilidad de software;
- Fallas en los cables y conectores;
- Fallas de instalación;
- Fallas en el funcionamiento del sistema;
- Fallas de funcionamiento del sistema en su conjunto que comprometen las funcionalidades o recursos requeridos en esta Especificación Técnica.

Fallas que se presentan en las placas, módulos/tarjetas (cuando aplicable) que tienen redundancia e incluso que no implican en la indisponibilidad de los servicios se contarán como fallas. La caracterización de fallas puede sufrir ajustes y/o desgloses durante la preparación del Workstatement.

## g) Reparación y corrección en caso de falla

En el evento de la ocurrencia de falla durante la prueba de disponibilidad, se adoptará el siguiente procedimiento:

- La ITAIPU notificará al CONTRATISTA por medio de una breve descripción del evento;
- El CONTRATISTA deberá pronunciarse dentro de 24 (veinticuatro) horas siguientes a la recepción de la notificación de la ITAIPU y presentar una propuesta de solución que debe ser aprobada por la ITAIPU;
- El CONTRATISTA debe proporcionar la corrección formal del problema dentro de 48 (cuarenta y ocho) horas después de la notificación formal por parte de la ITAIPU de la aprobación de la propuesta de solución presentada por el CONTRATISTA;
- Después de la corrección de cualquier falla, se dará inicio a un nuevo período de Prueba de Disponibilidad de 600 (seiscientos) horas;

- El incumplimiento por el CONTRATISTA de los plazos mencionados en los artículos anteriores, puede resultar en el rechazo de la ITAIPU del sistema suministrado.

#### h) Criterios de Aceptación

La prueba de disponibilidad del sistema se considerará insatisfactorio si el Índice de Disponibilidad de todo el sistema sea menos de **99,75%** (Noventa y nueve punto setenta y cinco por ciento) o si ocurre cualquiera de los siguientes eventos:

- Sean detectadas más de dos (2) fallas en el mismo equipo;
- Sean detectadas fallas de diseño, fabricación o de hardware;
- Sean detectadas problemas de diseño, desarrollo o de instalación de software;

Si la Prueba de Disponibilidad sea considerada insatisfactoria, debe iniciarse un nuevo período de ensayo para todo el sistema. Los requisitos de la Prueba de Disponibilidad serán desglosados durante la preparación del Workstatement.

#### i) Protocolo de conclusión de Prueba de Disponibilidad

El protocolo de conclusión del ensayo de disponibilidad es el certificado de finalización registrado por la ITAIPU por medio de acta de reunión, después de la finalización satisfactoria del Prueba de Disponibilidad (TD). La fecha de finalización establecida en esta Acta iniciará el Período de Garantía.

#### j) Periodo de Garantía

Es el periodo de 36 (treinta y seis) meses que comienza después del Protocolo de conclusión de las Pruebas de Disponibilidad, durante el cual será verificada la ocurrencia de defectos para los cuales el CONTRATISTA proporcionará todas las reparaciones y/o sustituciones, que garanticen un funcionamiento perfecto del sistema sin costo alguno para la ITAIPU.

## ANEXO C - INSTRUMENTOS EXISTENTES A ACTUALIZAR Y NUEVOS INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS

Leyenda:

DA	Deformímetro de refuerzos
EM	Extensiómetro de vástago
IN	Inclinómetros
JI/JM	Medidor eléctrico de junta
MT	Medidor Triortogonal
MV	Flujómetro
PA	Barómetro
PD	Péndulo directo
PG	Piezómetro Geonor
PI	Péndulo invertido
PS	Piezómetro de tubo vertical
PV	Pluviómetro
TM	Termistor
TN	Tensiómetro para Concreto
UAR	Unidad de Adquisición Remota

UAR Trecho	Instrumentos existentes e instrumentos novos a serem automatizados																IN	TM	Total de Pontos na UAR					
	PD	PI	EM				PS		PG	MV	MT	JM	PV	PA	DA	TN			Pontos Total	Entrada Tipo Corda Vibrante	Elétrico	Tipo Carlson	Pêndulo	Inclin.
			4-Rod	3-Rod	2-Rod	1-Rod	Mano.	N.A.																
1/Q										3			1					3	4	3	1	0	0	0
Novos																								
2/Q										5								5	5	5	0	0	0	0
Novos																								
3/A				1								4						7	19	12	3	4	0	0
Novos				3							3							12						
4/A	1				3			4	3									10	20	16	3	0	1	0
Novos							1	5										6						
5/A	1				1			2		1								5	11	10	0	0	1	0
Novos					1		1	2										5						
6/D	1	1			1		2	1		1								6	22	20	0	0	2	0
Novos				1	2		1	5		1								14						
7/D	1				2		4			1								9	13	12	0	0	1	0
Novos							1	2										3						
8/D		1			1		3							1				5	11	9	1	0	1	0
Novos					1			2										4						
9/D	1				4		2	1		1								12	17	16	0	0	1	0
Novos					1			2										4						

UAR Trecho	Instrumentos existentes e instrumentos novos a serem automatizados																IN	TM	Total de Pontos na UAR					
	PD	PI	EM				PS		PG	MV	MT	JM	PV	PA	DA	TN			Pontos Total	Entrada Tipo Corda Vibrante	Elétrico	Tipo Carlson	Pêndulo	Inclin.
			4-Rod	3-Rod	2-Rod	1-Rod	Mano.	N.A.																
10/D	1				4		4										12	20	19	0	0	1	0	
Novos							1	6									7							
11/E	1			2	1	1	4			1							14	19	18	0	0	1	0	
Novos							2	2									4							
12/F	1	1			1		4			3							9	14	12	0	0	2	0	
Novos							1	2									3							
13/F	1	1			1		4			4							10	21	19	0	0	2	0	
Novos				2			1	2									9							
14/F	1	1		1	1		4			3							12	20	18	0	0	2	0	
Novos				1			2	1									6							
15/F					3		2										8	11	11	0	0	0	0	
Novos					1		1										3							
16/F	1			2		1	2	1									10	14	13	0	0	1	0	
Novos				1													3							
17/H		1	3	1		1	1	3		5							25	34	33	0	0	1	0	
Novos			1				1	3									8							
18/I	1			2		1		1									8	10	9	0	0	1	0	
Novos								1									1							
19/I	1			1			3		4	4							10	25	18	6	0	1	0	
Novos				1			3	2	2								8							

UAR Trecho	Instrumentos existentes e instrumentos novos a serem automatizados																		Total de Pontos na UAR							
	PD	PI	EM				PS		PG	MV	MT	JM	PV	PA	DA	TN			IN	TM	Pontos Total	Entrada Tipo Corda Vibrante	Elétrico	Tipo Carlson	Pêndulo	Inclin.
			4-Rod	3-Rod	2-Rod	1-Rod	Mano.	N.A.																		
20/L									5	3								3	9	3	6	0	0	0		
Novos													1													
21/L										1			1	1				1	3	1	2	0	0	0		
Novos																										
22/U	1			2				1		3								10	16	15	0	0	1	0		
Novos							1	4										5								
23/U	1			2				1		1		6			3	2		19	20	8	0	11	1	0		
Novos																										
24/U		1		2				1				3						10	11	7	0	3	1	0		
Novos																										
11A /E																	49	49	149	100	0	0	0	49		
Novos			25															100								
25 /A																			6	6	0	0	0	0		
Novos				2														6								
26/T																			2	2	0	0	0	0		
Novos								2										2								
27/K																			2	0	2	0	0	0		
Novos									2																	
28/ K																			6	0	6	0	0	0		
Novos									6																	
Total	15	7	29	27	29	4	56	59	22	41	3	13	3	2	3	2	49	485	534							

## ANEXO D – SISTEMA ADAS ACTUAL PARA REFERENCIA

### • DESCRIPCIÓN GENERAL Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El ADAS se compone básicamente de cuatro subsistemas:

- Subsistema de sensores;
- Subsistema de unidades de adquisición remota;
- Subsistema de comunicación, control y procesamiento y;
- Subsistema de gestión energética.

El subsistema de sensores está compuesto por sensores de diferentes tipos instalados en la presa de la CHI, como sensores piezoeléctricos, péndulos, pluviómetros, entre otros. Los sensores están ubicados de forma estratégica en la presa para el recopilado de datos relevantes, lo que permite a los usuarios monitorear las anomalías que puedan ocurrir y tomar decisiones en tiempo real.

El subsistema de unidades de adquisición remota consta de 24 Unidades de Adquisición Remota – UAR. La función principal de las UAR es recopilar datos de sensores y almacenarlos localmente a través de un dispositivo interno (*Datalogger*), y transmitirlos al CDA. La transmisión de datos al CDA se realiza mediante línea telefónica o radiocomunicación, dependiendo de la ubicación y disponibilidad de comunicación entre la UAR y el CDA.

Normalmente, una UAR contiene los siguientes componentes:

- Placa Multiplexadora MultiMux Canary 16/48;
- *Dataloggers* Campbell CR10X;
- Interfaz de comunicación RS232;
- Módem RAD de corto alcance, para transmisión de datos de la UAR al CDA;
- Equipos de Radio digitales del tipo *Spread-Spectrum*, fuentes de suministro eléctrico autónomas y antenas directivas, cuando la UAR debe ser capaz de comunicarse por radio;



La Figura 6 ilustra una UAR típica utilizada por la ITAIPU.



Figura 6 – UAR típica.

La Figura 7 muestra un diagrama esquemático detallado de los componentes de la UAR y su entorno, incluido también el subsistema de sensores. La configuración de las UAR cambia según la ubicación de instalación y los tipos de sensores instalados.

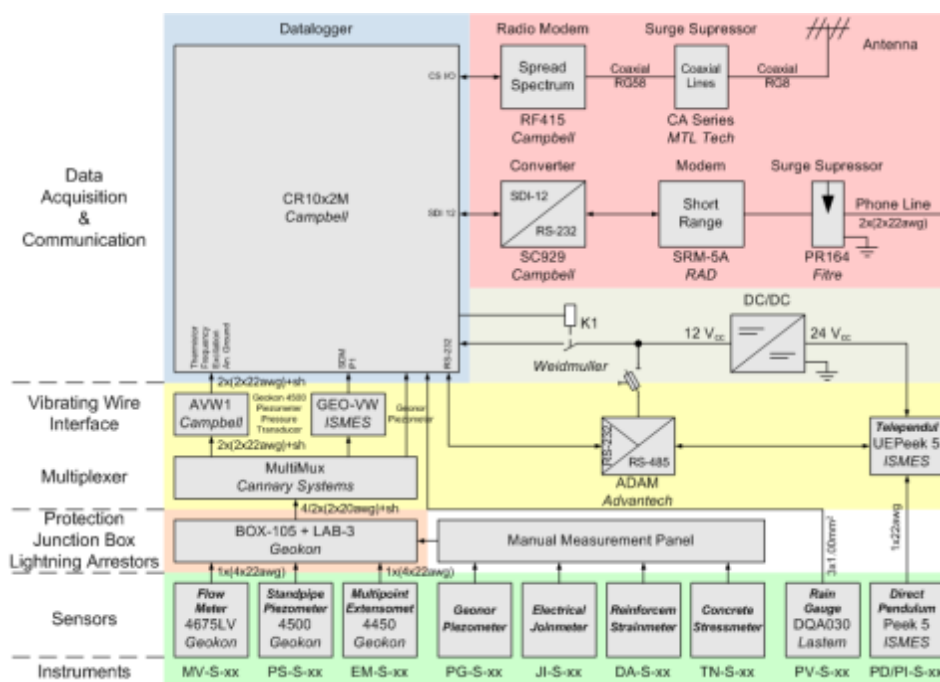


Figura 7 – Diagrama esquemático del subsistema de sensores y transmisores, y de la UAR.

El subsistema de comunicación, control y procesamiento se divide entre un centro de datos (CDA) y una estación de cliente (ECA). La parte encargada de la comunicación está formada por un distribuidor general (DG) que recibe señales de las UAR y las envía a un convertidor RS232/LAN para comunicarse con la estación central. El CDA consta de dos servidores que funcionan en redundancia, de modo que si uno de los servidores falla, el otro puede asumir completamente las funciones del sistema. El CDA también cuenta con un dispositivo de almacenamiento tipo NAS (*Network Attached Storage*) utilizado para el almacenamiento compartido del centro de datos. El ECA está compuesto por una computadora personal de características mínimas cuya función principal es servir como estación cliente para los usuarios finales.

El subsistema de gestión de energía está compuesto por sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) que alimentan el subsistema de comunicación, control y procesamiento para mantener la disponibilidad del sistema. Mientras que el subsistema de adquisición remota es alimentado por bancos de baterías locales en caso de un corte de suministro eléctrico.

La Figura 8 representa la arquitectura básica del sistema ADAS, con todos los subsistemas ilustrados.

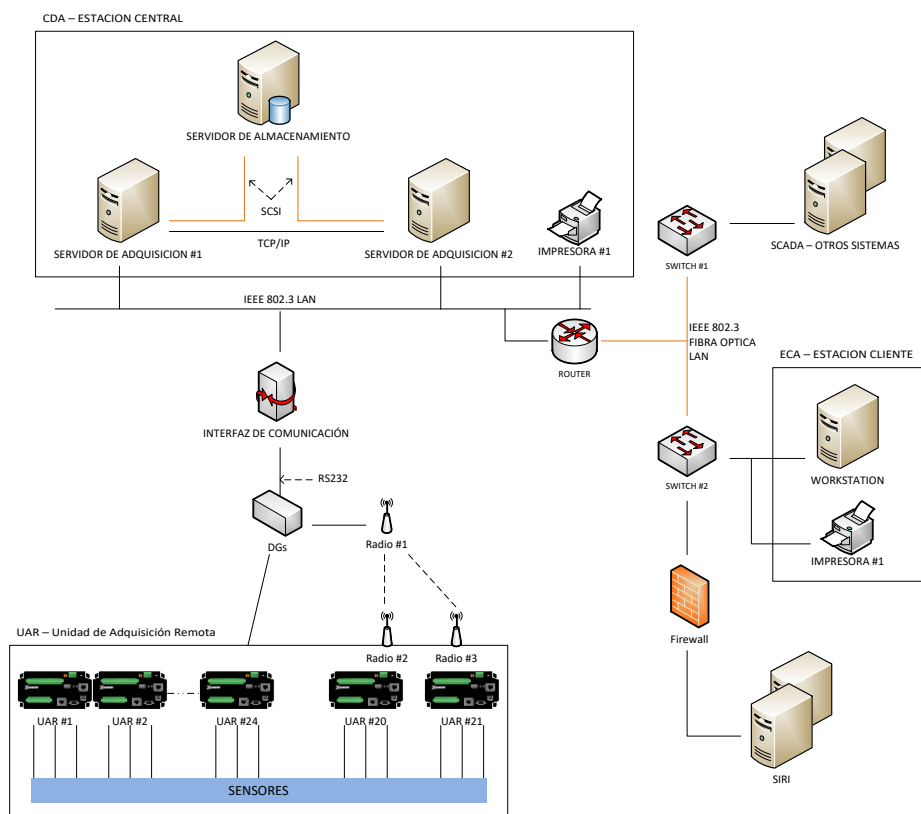


Figura 8 - Arquitectura básica del sistema ADAS actual.

## ÁREA DE COBERTURA

El ADAS abarca la totalidad del embalse de la Central Hidroeléctrica de ITAIPU, entre la presa de tierra de la margen derecha y la presa de tierra de la margen izquierda, totalizando un espacio de 7.754 metros, como se muestra en la Figura 9.

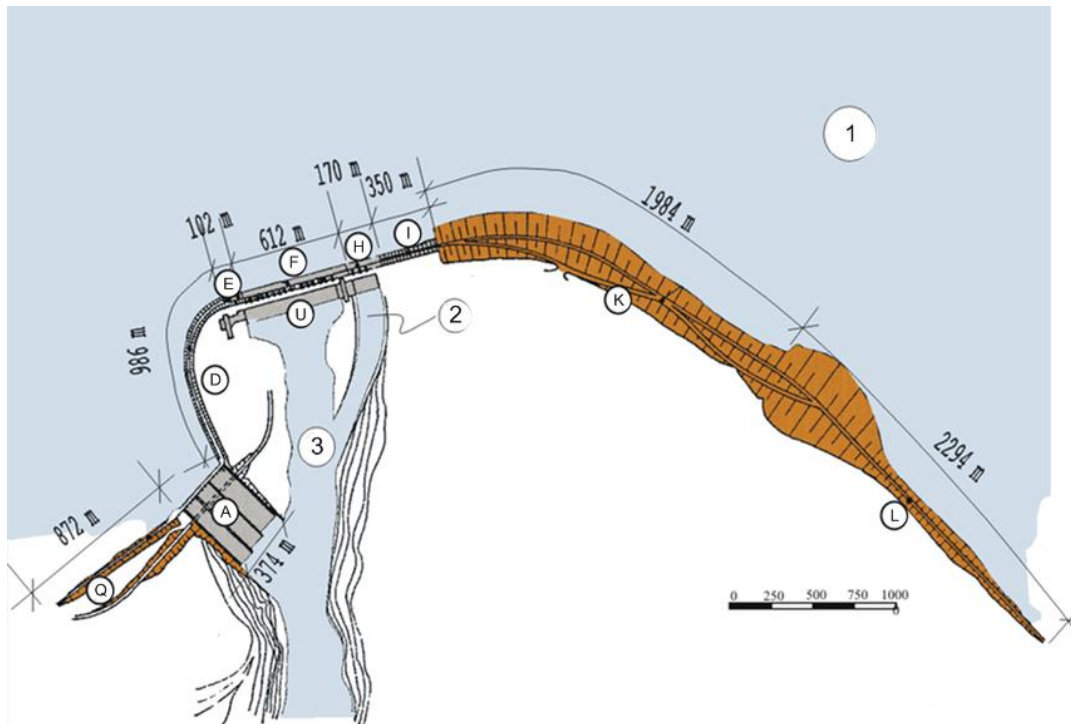


Figura 9 – Disposición general de la presa de ITaipu.

Leyenda:

- 1 – Embalse/ Aguas Arriba;
- 2 - Canal de Desvío;
- 3 - Aguas abajo;
- Q - Presa de tierra derecha;
- A – Vertedero;
- D – Presa Lateral Derecha;
- E – Presa de Conexión Derecha;
- F – Presa Principal;
- H – Estructura de Desvío;
- I – Presa de Conexión Izquierda;
- K – Presa de Escollera;
- L - Presa de Tierra Izquierda;
- U – Casa de Máquinas.

## CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS

El CDA tiene como función básica recibir, almacenar, procesar y poner a disposición de otros sistemas de la ITAIPU los datos recibidos. La transmisión de datos desde las unidades remotas al CDA se realiza en tres pasos.

Primero, los datos viajan a través de líneas telefónicas entre la UAR y el DG, luego el DG envía la información a un convertidor RS/LAN, que a través de la red LAN envía los datos al CDA.

El CDA también intercambia datos con la ECA y otros sistemas operativos de la Hidroeléctrica, como SIRI (Sistema Integrado de Redes Industriales), SCADA, SOAA y el sistema sismológico. Todas las conexiones se realizan mediante protocolo Ethernet y se gestionan mediante un Firewall instalado junto a los servidores del CDA.

El CDA también realiza funciones de control y operación de unidades remotas, mediante la identificación y presentación de alarmas recibidas, y mediante el envío de comandos a unidades remotas que posibilitan la parametrización y el envío de solicitudes de datos.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES - CENTRO DE DATOS ADAS (CDA)

La Figura 10 ilustra el sistema actual instalado en el campo, sirviendo como referencia de la arquitectura mínima para el nuevo sistema.

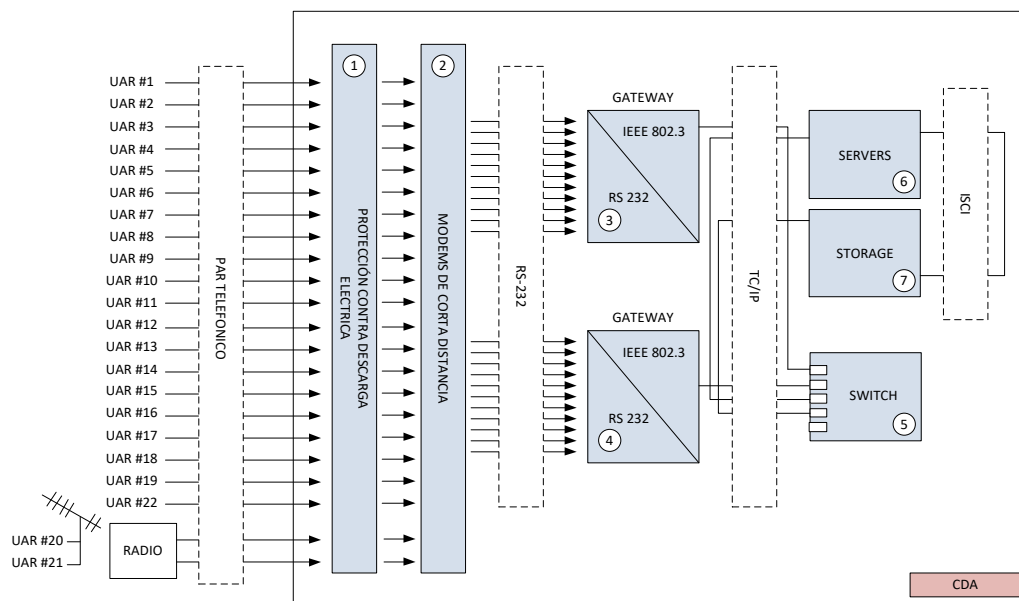


Figura 10 – Componentes del Centro de Datos ADAS.

Los componentes de la Figura 10 se describen en la Tabla 17.

ID	Descripción	Fabricante	Cantidad
1	Surge Suppressor PR164 with Support APR724	FITRE	23
2	CMN-16 module, CMN-C6A Async Short Range Dual Modem	RAD	12
3	Network Based Serial Device Server EDG-4616+	ADVANTECH	1
4	Network Based Serial Device Server EDG-4616+	ADVANTECH	1
5	Switch 2940	CATALYST	1
6	Servidores ADAS	-	-
7	Almacenamiento		

Tabla 17 – Descripción de los equipos del Centro de Datos ADAS.

\*El Compact Modem Rack no se muestra en la figura

La Tabla 17 ilustra el sistema actual instalado en el campo, sirviendo solo como una referencia de la arquitectura mínima para el nuevo sistema.

Los componentes a suministrar deben proporcionar las siguientes funcionalidades:

- Racks para el montaje de equipos;
- Protección contra sobretensiones;
- Medios de comunicación entre las UAR y el servidor
  - Conversión de datos procedentes de línea telefónica a RS232;
  - Conversión de datos RS232 a TCP/IP;
  - Switch para comunicación vía TCP/IP;
- Servidores, software, licencias y accesorios que proporcionen la adecuada disponibilidad del sistema.

Actualmente, la protección contra sobretensiones, identificada con ID 1 en la Figura 10, se realiza utilizando el dispositivo descrito Surge Sopressor PR164 con soporte APR724 (elemento 1 de la Tabla 17), convenientemente ubicado en la parte posterior del panel, como se ilustra en la Figura 11.



Figura 11 – Protección contra sobretensiones del CDA.

Os modems identificados com ID 2 na Figura 10, são realizados por meio de modems (Item 2 da Tabla 17), que se encontram instalados na parte frontal do painel, abaixo do EDG, como ilustrado na Figura 12.



Figura 12 – Rack con módems RS232 del CDA.

La conversión de datos del protocolo RS232 a TCP/IP se realiza mediante el dispositivo EDG-4516+ identificado con ID 3 y 4 en la Figura 10 (puntos 3 y 4 de la Tabla 17). Estos dispositivos se instalan en un Rack, como se ilustra en la Figura 13.



Figura 13 - Convertidor EDG-4516+, RS232/Ethernet.

Los servidores del Centro de Datos ADAS (CDA), ilustrados en la Figura 14, identificados con DNI 6 en la Figura 10 (punto 6 de Tabla 17), tienen las siguientes características:

- Advantech ACP-4000 Chasis Industrial;
- Placa madre PCA-6184 socket 478 Intel Pentium 4 SBC;
- Memoria Ram DRR de 1 GB;
- Tarjeta Adaptec SCSI 29320A para conexión a un servidor de almacenamiento (NAS).





Figura 14 – Imagen ilustrativa del servidor Advantech ACP-4000 de CDA.

El servidor de almacenamiento compartido del CDA identificado con ID 7 en la Figura 10 (punto 7 de la Tabla 17), se utiliza para almacenar datos relacionados con la configuración del software de adquisición, la estructura de la base de datos y otros servicios necesarios para el funcionamiento del clúster de alta disponibilidad. El servidor es de la marca Advantech EON Storage, con capacidad máxima de 1TB, chasis para 12 discos duros de 3.5”, configuración RAID 1, interfaz SCSI ultra 160, LVD, como se ilustra en la Figura 15.



Figura 15 - Advantech EON Storage del CDA.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES - UNIDAD DE ADQUISICIÓN REMOTA (UAR)

Para facilitar la comprensión del sistema en funcionamiento, en la siguiente figura se muestran esquemas de las configuraciones de UAR más comunes en la Figura 16 y en la Figura 17.

En la Figura 16 se puede ver el diagrama de interconexión de los componentes de una UAR típica instalada en campo, que se comunica vía línea telefónica. Los componentes presentados reflejan lo que está instalado en el campo y solo deben considerarse como una referencia para la arquitectura mínima del nuevo sistema.

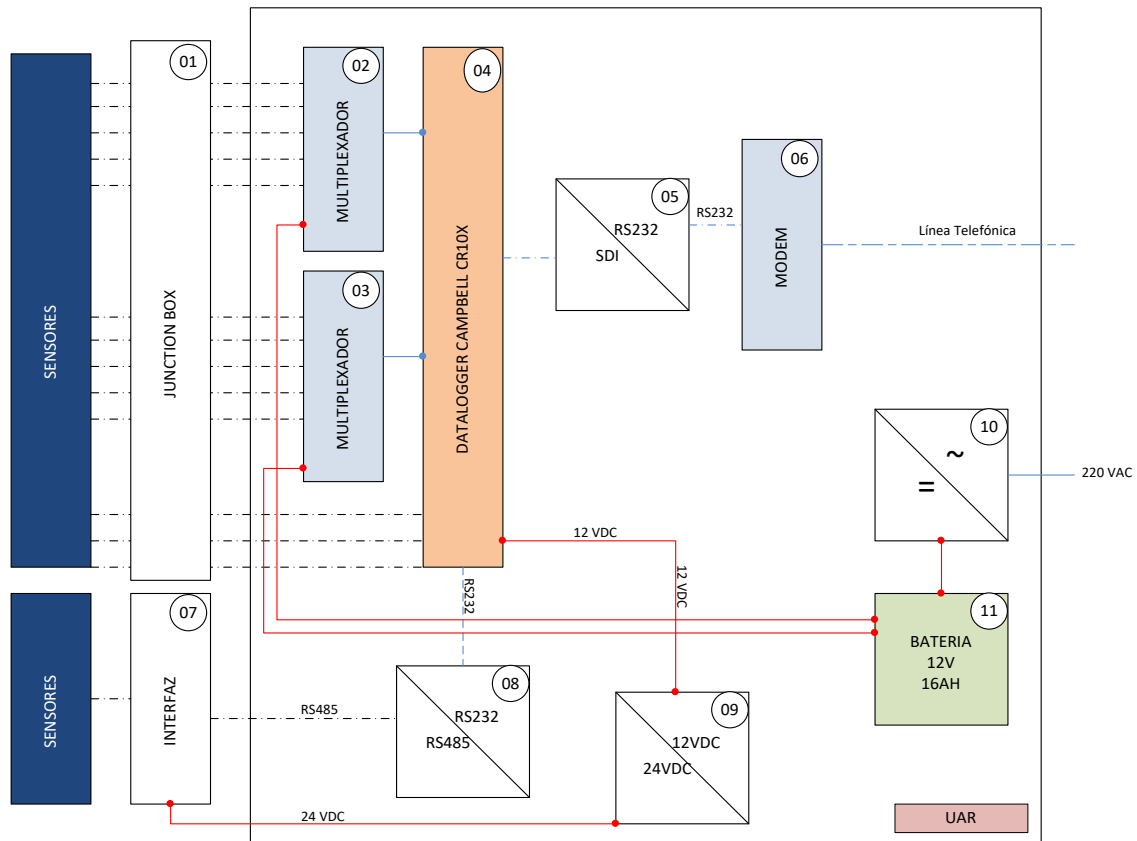


Figura 16 - Esquema de una UAR típica.

Los componentes de la Figura 16 se describen en la Tabla 18.

ID	Descripción	Fabricante
1	(*) <i>Junction Box</i>	GEEKON
2	Mux 16 Channel 6 Wire	Canary
3	Mux 16 Channel 6 Wire	Canary
4	<i>Datalogger</i> with Wiring Panel CR10x2M	Campbell
5	Convertidor SDI12/RS232 – SC929	Campbell
6	Short Range Modem SRM-5A with Support APR724	RAD FITRE
7	(**) Electrical Unit Peek5 – UEPEEK5	Ismes
8	Converter RS232 / 485 ADAM 4520	Advantech
9	Converter 12Vdc 24Vdc 50W - 9919371224	Weidmüller
10	Power Supply 220Vac/13.8Vcc 50W ML50.102	Puls
11	Battery 12V 16Ah typ Dryfit A500	Sonnenschein

Tabla 18 – Descripción del equipamiento de una UAR típica del ADAS.

(\*) El componente *Junction Box* no está ubicado en la UAR.

(\*\*) El componente Electrical Unit Peek no está ubicado en la UAR y no forma parte de este suministro.

La Figura 17 ilustra el esquema de la interconexión de los componentes de una UAR típica instalada en campo que se comunica a través de enlace radio.

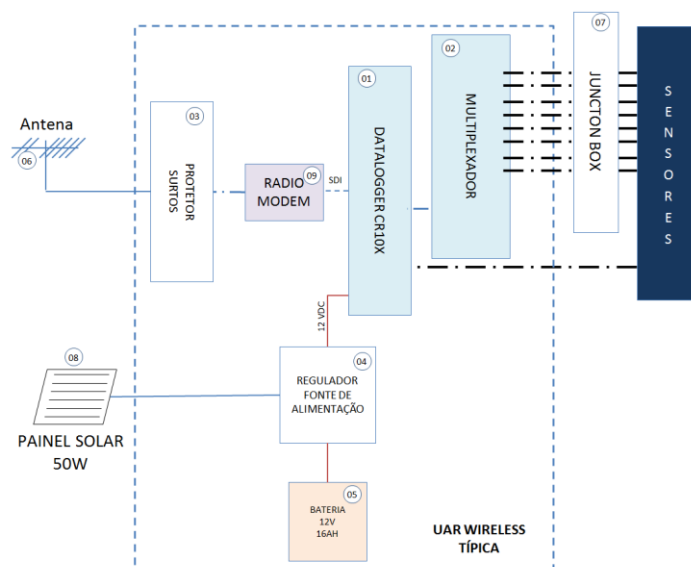


Figura 17 - Esquema de los componentes de una UAR típica (comunicación vía enlace radio).

Los componentes de la Figura 17 se describen en la Tabla 19.

ID	Descripción	Fabricante
1	Datalogger with Wiring Panel CR10x2M	Campbell
2	Mux 16 Channel 6 Wire	Canary
3	Surge Suppressor Type N 10kA	RS
4	Power supply regulator SS-10L	Sunsaver
5	Battery 12V 16Ah typ DRYFIT A500	Sonnenschein
6	Antena	-
7	<i>Junction Box</i>	Geokon
8	Panel solar de 50W	-
9	Radio Modem with support APR724	Campbell / FITRE

Tabla 19 – Descripción del equipamiento de una UAR Típica con radiocomunicación.

Los componentes presentados en la Tabla 18 y Tabla 19 reflejan lo que está instalado y en funcionamiento en el campo, y deben considerarse solo como una referencia de la arquitectura mínima para el nuevo sistema. El conjunto de equipos de la UAR debe proveer las siguientes funcionalidades:

- Protección contra sobretensiones;
- Multiplexación de canales para satisfacer la cantidad de sensores necesarios;
- Adquisición, registro y transmisión de datos de sensores al CDA mediante enlace de radio o línea telefónica;
- Dispositivos que permitan la lectura de datos de sensores tipo péndulo, cuando corresponda;
- Suministro eléctrico de los dispositivos: baterías, fuentes de alimentación y paneles solares cuando corresponda;
- Dispositivos que permitan la radiocomunicación, en su caso.

Tanto la Figura 16 y la Figura 17 ilustran los componentes de protección de sensores, proporcionando protección para las conexiones y una barrera de seguridad.

Los componentes de protección incluyen *Junction Box* y protecciones contra descargas atmosféricas. La cantidad varía según los tipos y la cantidad de sensores instalados. La Tabla 20 muestra los tipos y cantidades de *Junction Box* y componentes de protección contra descargas atmosféricas instalados en campo.

ID	Descripción del equipo	Fabricante	Cantidad
1	Junction Box - dim.203x254x162mm	Geokon	20
2	Junction Box - dim.152x152x102mm (BOX-105)	Geokon	124
3	Lightening Protection Board (LAB-3)	Geokon	237
4	Junction Box - dim.600x400x200mm with Plate dim.550x345mm (KS1446.600)	Geokon	2
5	Junction Box - dim.800x600x300mm with Plate dim.750x517mm (KS1468.600)	Geokon	1

Tabla 20 – Componentes de protección de sensores instalados en campo.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES - ESTACIÓN CENTRAL DE RADIO

La Figura 18 ilustra el esquema de los componentes de la Estación de Radio del ADAS.

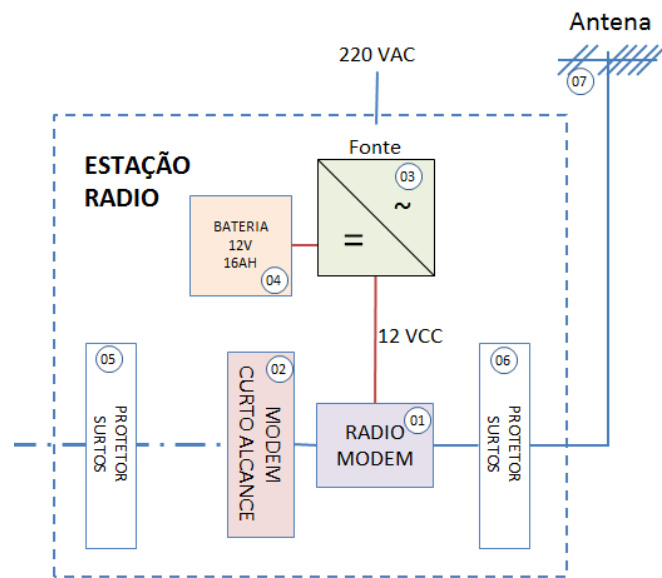


Figura 18 - Esquema de los componentes de la Estación de Radio.

Los componentes de la Figura 18 se describen en la siguiente tabla:

ID	Descripción	Fabricante	Cantidad
1	Radio Modem with support FM (M4) For TS35	Campbell/Weidmüller	1
2	Short -Range Modem SRM-5A with support FM (M4) For TS35	RAD/Weidmüller	1
3	Power Supply 220Vac/13.8Vcc 50W ML50.102	Puls	1
4	Battery 12V 16Ah typ DRYFIT A500	Sonnenschein	
5	Surge Supressor with support FM (M4) For TS35	FITRE/Weidmüller	1
6	Surge Supressor 220V SP115D	HAGER	1
7	Antena	-----	1

Tabla 21 – Descripción del equipamiento de una UAR típica del ADAS.

ANEXO E - PRESA DE ITAIPU - DISPOSICION GENERAL - ADAS - INSTRUMENTOS A SER AUTOMATIZADOS  
– PLANO (4006DC15217E)

**ANEXO F – DETALLE DE LOS INSTRUMENTOS AUTOMATIZADOS Y A AUTOMATIZAR**

<b>Número</b>	<b>Título</b>
4006DC15200P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM DE TERRA - MARGEM DIREITA (MD)
4006DC15201P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - VERTEDOIRO - OBRAS DE CONTROLE
4006DC15202P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - VERTEDOIRO - TRAMPOLINS
4006DC15203P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM LATERAL DIREITA (BLD) - BLOCOS D1 A D21
4006DC15204P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM LATERAL DIREITA (BLD) - TRECHO D - BLOCO D22 A D42
4006DC15205P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM LATERAL DIREITA (BLD) - D43 A D58
4006DC15206P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM CONTRAFORTES - BLOCOS E1 A E6
4006DC15207P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM PRINCIPAL - BLOCOS F1/2 A F11/12
4006DC15208P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM PRINCIPAL - BLOCOS F11/12 E F21/22
4006DC15209P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM PRINCIPAL - BLOCOS F23/24 A F35/36
4006DC15210P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - ESTRUTURA DE DESVIO - TRECHO H
4006DC15211P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - ESTRUTURA DE DESVIO - EL 67,25
4006DC15212P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - TRECHO I - BLOCOS I1 A I27
4006DC15213P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM DE ENROCAMENTO
4006DC15214P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - BARRAGEM DE TERRA - MARGEM ESQUERDA (ME)
4006DC15215P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - CASA DE FORCA - LEITO DO RIO
4006DC15216P	ARRANJOS GERAIS DO PROJETO CIVIL - AUTOMACAO DA INSTRUMENTACAO - CASA DE FORCA - CANAL DE DESVIO E REGIAO DO ABRACO



## ANEXO G – LONGITUD DEL CABLE DE LOS PIEZÔMETROS DE TUBO ABIERTO A SUMINISTRAR (NUEVOS Y EXISTENTES)

Piezômetro	Já automatizado	Comprimento total estimado do cabo: Tubo+2m (m)
PS-A-004	Sim	6,0
PS-A-005	Sim	6,7
PS-A-006	Não	17,0
PS-A-007	Não	26,6
PS-A-008	Não	37,8
PS-A-015	Sim	6,4
PS-A-016	Sim	8,0
PS-A-017	Não	17,6
PS-A-018	Não	25,8
PS-A-039	Sim	6,8
PS-A-040	Sim	7,0
PS-A-041	Não	20,3
PS-A-042	Não	32,7
PS-D-010	Não	19,2
PS-D-014	Não	39,6
PS-D-018	Não	24,2
PS-D-020	Sim	8,9
PS-D-024	Não	42,2
PS-D-030	Não	40,2
PS-D-059	Não	38,2
PS-D-063	Não	41,8
PS-D-089	Não	47,5
PS-D-093	Não	42,4
PS-D-120	Sim	10,1
PS-D-123	Não	47,9
PS-D-127	Não	37,0
PS-D-139	Não	50,0
PS-D-143	Não	38,7
PS-D-146	Não	51,4
PS-D-150	Não	39,9

Piezômetro	Já automatizado	Comprimento total estimado do cabo: Tubo+2m (m)
PS-E-003	Não	40,8
PS-E-007	Não	39,0
PS-E-013	Não	43,0
PS-E-026	Não	20,4
PS-F-001	Não	35,2
PS-F-002	Não	55,0
PS-F-024	Não	46,1
PS-F-053	Não	23,1
PS-F-063	Não	21,1
PS-F-133	Sim	44,1
PS-H-077	Sim	33,6
PS-I-002	Não	8,5
PS-I-003	Não	22,0
PS-I-004	Não	31,4
PS-I-021	Sim	12,5
PS-I-025	Não	50,5
PS-I-057	Sim	23,8
PS-I-058	Sim	33,2
PS-I-065	Não	4,4
PS-I-066	Não	15,4
PS-S-002	Não	8,9
PS-S-006	Não	6,3
PS-T-003	Não	10,7
PS-T-007	Não	8,8
PS-U-003	Não	6,3
PS-U-006	Não	6,3
PS-U-014	Sim	6,6
PS-U-044	Sim	18,1
PS-U-084	Sim	6,6

## ANEXO H - ENTORNOS DEL ÁREA

### • ENTORNOS DEL ÁREA INDUSTRIAL

El Área Industrial de ITAIPU está compuesta por toda la extensión territorial ocupada por las Presas y por la Casa de Máquinas, de acuerdo a lo ilustrado en la Figura 19.

Será necesario tener un conocimiento básico de las características del entorno de cada ubicación del Área Industrial para poder establecer los niveles de hostilidad y, a su vez, la selección y especificación del cableado estructurado adecuado para su uso en dichos entornos.

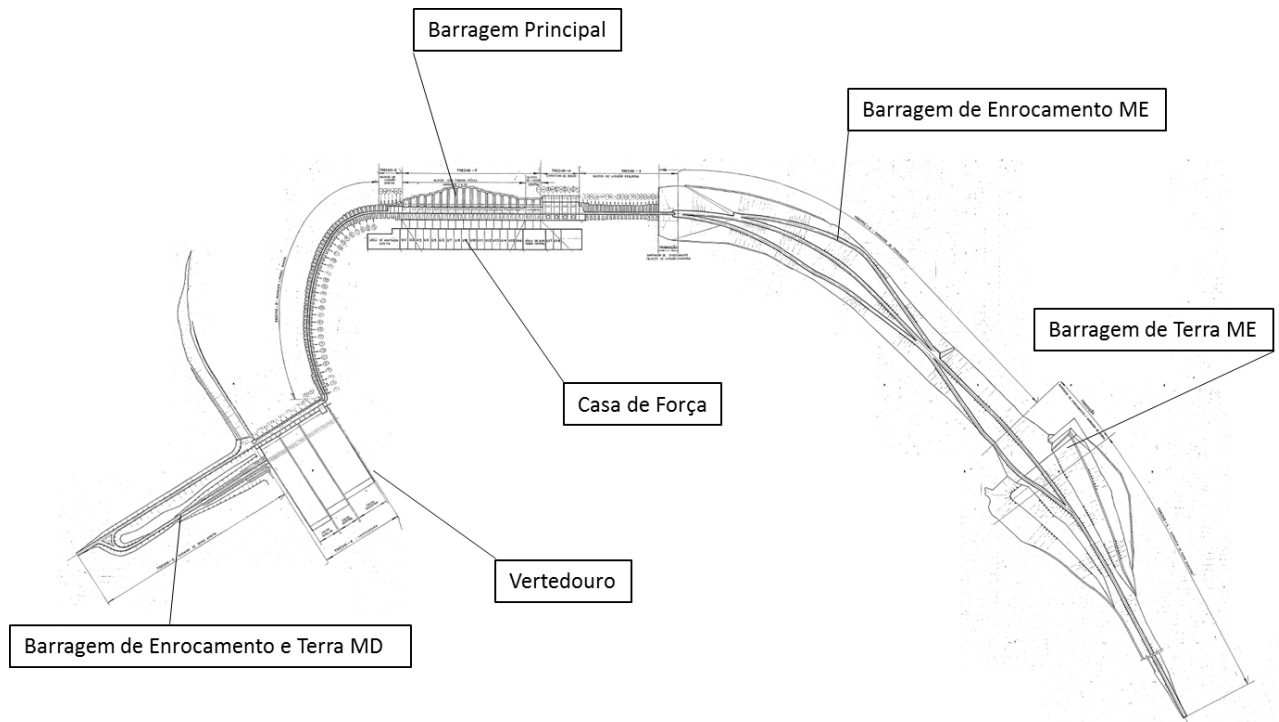


Figura 19 – Entornos de Central Hidroeléctrica de ITAIPU y entornos del Área Industrial.

Los lugares a conocer son:

- **CASA DE MÁQUINAS**

La Casa de Máquinas corresponde a la estructura de hormigón que alberga los generadores, transformadores, subestación, sistemas de protección, automatización y control, y demás subsistemas relacionados a la generación de energía de la central hidroeléctrica. Esta estructura está compuesta por varias elevaciones que corresponden a galerías de diversas dimensiones y de extensa longitud (entre 600 y 900 metros). Asimismo, dentro de la estructura de la Casa de Máquinas se encuentran talleres, oficinas, salas técnicas, y centrales, sin embargo, estos serán detallados en los incisos que se describen a continuación. A efectos de determinar los niveles de hostilidad, podemos crear tres tipos de galerías:

Galería de equipos (GE): Galerías con predominio de equipos y paneles electromecánicos, eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones, además de una gran cantidad de cables y conductores eléctricos, de control y de comunicaciones. Presenta altas temperaturas, humedad y vibraciones. Puede presentar un alto riesgo de interferencia excesiva causada por radiotransmisores, sistemas inductores (transformadores, bombas, motores), además de un alto riesgo de impactos mecánicos a los equipos, y explosiones. Puede presentar un riesgo medio de daños por partículas/polvo y productos químicos. Puede presentar un riesgo bajo de daños por inundaciones.

Galería de Estudios Civiles (GC): Galerías para la aplicación de sistemas de monitoreo y control de estructuras de concreto e infiltración. Se trata de galerías con escasa o nula presencia de equipos y paneles electromecánicos, eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones. Presentan temperaturas suaves, humedad y vibración. Pueden presentar un riesgo medio de daños causados por partículas/polvo, caídas de agua, productos químicos e inundaciones.

Galería Mixta (GM): Galerías con talleres, oficinas, salas de control, equipos y paneles electromecánicos, eléctricos, electrónicos, y de telecomunicaciones, así como cables y conductores eléctricos, de control y comunicaciones. Presentan temperaturas medianas, humedad y vibración. Pueden presentar un riesgo medio de interferencias causadas por radiotransmisores, sistemas inductores (transformadores, bombas, motores), impactos mecánicos a equipos, explosiones, daños causados por partículas/polvo y productos químicos. Puede presentar un riesgo bajo de daños por inundaciones.

## • PRESA PRINCIPAL

La Presa Principal representa la estructura de hormigón utilizada para represar el río aguas arriba, formando así el embalse de ITAIPU. Está dividido en Tramos y Bloques. Esta estructura está formada por varias cotas que corresponden a galerías de diferentes dimensiones y longitudes, con galerías de más de 2000 metros de longitud. En la Presa Principal existe un número limitado de oficinas, despachos y salas técnicas, una pequeña cantidad de equipos y paneles electromecánicos, eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones, y una gran cantidad de cables y conductores eléctricos, de control y de comunicaciones. Presenta temperaturas suaves y bajas, bajo riesgo de impactos mecánicos a los equipos, explosiones y daños por productos químicos, daño medio por partículas y polvo y alto nivel de humedad. Otra característica importante para el proyecto son las grandes distancias que impone la estructura para el tendido de cables y conductores.

## • VERTEDERO

La estructura del vertedero contiene salas de generadores, bombas y paneles electromecánicos, eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones, así como cables y conductores eléctricos, de control y de comunicaciones. Presentan temperaturas medianas, humedad y vibración. Pueden presentar un riesgo medio de interferencias causadas por radiotransmisores, sistemas inductores (transformadores, bombas, motores), impactos mecánicos a equipos, explosiones, daños causados por partículas/polvo y productos químicos. Puede presentar un riesgo bajo de daños por inundaciones.

## • OFICINAS Y CENTROS DE CASA DE MÁQUINAS Y PRESA

En la estructura de la Presa Principal y principalmente en la Casa de Máquinas se encuentran oficinas, salas técnicas y centrales. Las oficinas corresponden a salas que contienen estaciones de trabajo y demás comodidades para los empleados. Las centrales corresponden a lugares para la operación, seguimiento, supervisión y control de sistemas y servicios, conteniendo estaciones y estaciones de trabajo, otras comodidades para los empleados y grandes monitores de vídeo. Estos entornos deben tratarse como entornos de oficina contemplados en la norma ANSI/TIA/EIA-568-C y otras normas para cableado estructurado en edificios comerciales.

- **SALAS TÉCNICAS DE CASA DE MÁQUINA Y PRESA**

En la estructura de la Presa Principal y, principalmente en la Casa de Máquinas, existen salas técnicas dedicadas a la instalación de paneles y racks con equipos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones. Estas salas deberán disponer de sistemas de control de temperatura y humedad y de detección y lucha contra incendios. Estos entornos deben tratarse como entornos de Salas de Equipamiento de acuerdo con ANSI/TIA/EIA-568-C y otras normas para cableado estructurado para tecnología de la información.

- **PRESA DE ROCAS**

Presa compuesta por piedras y rocas apiladas, formando una estructura que, junto con las otras presas, sostiene el embalse de ITAIPU. Presenta altas variaciones de temperatura a lo largo del año. Es un lugar abierto, presentando un ambiente de exposición a rayos ultravioleta, interferencias de sistemas de radio, lluvia, viento, acción de animales e insectos, humedad y partículas/polvo. Otra característica importante para el proyecto son las grandes distancias que impone la estructura para el tendido de cables y conductores.

- **PRESA DE TIERRA**

Presa compuesta de tierra, formando una estructura que, junto con las otras presas, sostiene el embalse de ITAIPU. Presenta altas variaciones de temperatura a lo largo del año. Es un lugar abierto, presentando un ambiente de exposición a rayos ultravioleta, interferencias de sistemas de radio, lluvia, viento, acción de animales e insectos, humedad y partículas/polvo. Otra característica importante para el proyecto son las grandes distancias que impone la estructura para el tendido de cables y conductores.

- **EDIFICIOS DEL ÁREA INDUSTRIAL**

Existen algunos edificios instalados en el Área Industrial que sirven como áreas de oficinas para diversos empleados de la Dirección Técnica, entre ellos tenemos el Edificio de Producción, el Edificio del Cuerpo de Bomberos, el Laboratorio de Mantenimiento, el Edificio de Mantenimiento y el Edificio

de Hidrología de Campo. Los talleres cuentan con ambientes con posibilidad de interferencias electromagnéticas, daños causados por productos químicos, material particulado, polvo, vibraciones y explosiones. Estos entornos deben tratarse como entornos de oficina contemplados en la norma ANSI/TIA/EIA-568-C y otras normas para cableado estructurado en edificios comerciales.

#### • TALLERES DEL ÁREA INDUSTRIAL

Existen algunos talleres instalados en el Área Industrial, dentro y fuera de la Casa de Máquinas y Presa Principal, entre ellos tenemos el Patio de Pintura de Mantenimiento, el Taller Mecánico de la Cota 108, la Carpintería de la Cota 108, entre otros. Estos entornos deben tratarse como entornos industriales cubiertos por la norma ANSI/TIA/EIA-1005 y otras normas para cableado estructurado en un entorno industrial.

**ANEXO I - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETROMECÂNICAS NA ÁREA INDUSTRIAL – TUBULAÇÕES (DOCUMENTO 5000-81-15500-P)**

**ANEXO J - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE SOLDAGEM NA ÁREA INDUSTRIAL (DOCUMENTO 5000-81-15501-P)**

**ANEXO K - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETRICAS NO CONTRATO DE MONTAGEM ELETROMECÂNICA E DEMAIS INFRAESTRUTURAS (DOCUMENTO 5000-81-15502-P)**

**ANEXO L - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELETROMECÂNICAS NA ÁREA INDUSTRIAL - PINTURA ANTICORROSIVA E SINALIZAÇÃO (DOCUMENTO 5010-81-15500-P)**

**ANEXO M - DIRETRIZES BÁSICAS PARA SERVIÇOS DE MONTAGENS ELÉTRICAS NO ALMOXARIFADO DA ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA (DOCUMENTO 6000-81-15500-P)**

**ANEXO N - USINA HIDRELETRICA DE ITAIPU - AREAS PARA DEPOSITO DE LIXOS - DETRITOS DE CONSTRUCAO (DOCUMENTO 3000-DI-15516-P)**

ANEXO O – ATUALIZACAO TECNOLOGICA DA USINA HIDRELETRICA DE ITAIPU - PROJETO BASICO - CABOS ISOLADOS DE FORCA, CONTROLE E ILUMINACAO (DOCUMENTO 6047-20-T0001)

ANEXO P – FORMAS, ARMADURAS Y ELETRODUCTOS ADAS – CASETA DE LAS UAR' S 1, 2 Y 21 PLANTAS, SECCIONES Y DETALLES (DOCUMENTO 4006-DC-15218)

ANEXO Q - AUTOMATIC DATA ACQUISITION SYSTEM FOR THE CIVIL INSTRUMENTATION OF THE DAM - ADAS – EXTENSOMETER (DOCUMENTO 4006-DC-C3829-I)