PROVISIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UN SISTEMA SOLAR FLOTANTE PILOTO DE 1 MWP EN EL EMBALSE DE ITAIPU BINACIONAL

ADITIVO 6

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - EE.TT.

ADITIVO 6

CONTENIDO

1. ABREVIACIONES 11

2. OBJETO 13

2.1. INFORMACIÓN GENERAL 13

2.1.1. Localización 15

2.1.2. Características del embalse, presa y puntos de referencia: 15

2.1.3. Localización y descripción de puntos de referencia próximos a la PSF. 16

2.1.4. Información meteorológica y del embalse 17

2.1.4.1. Irradiancia 18

2.1.4.2. Temperatura 19

2.1.4.3. Humedad relativa 19

2.1.4.4. Precipitación 19

2.1.4.5. Viento 20

2.1.4.6. Calidad del agua 21

2.1.4.7. Geología 22

2.1.4.8. Corrientes y oleaje 22

2.1.4.9. Nivel de agua del embalse 22

3. ALCANCE 24

3.1. ALCANCE RESUMIDO 24

3.1.1. Materiales y Equipos 24

3.1.2. Servicios 25

3.2. LIMITACIÓN DE LAS RESPONSABILIDADES 26

3.2.1. Responsabilidad del Contratista 26

3.3. ITEM 10: INGENIERÍA DE DISEÑO 29

3.3.1. Introducción 29

3.3.2. Workstatement 30

3.3.3. Definición de marca y modelo de Módulos fotovoltaicos, Inversores y Estructura de flotación 33

3.3.4. Metodología de trabajo 33

3.3.5. Planificación y programación de actividades 35

3.3.5.1. Cronograma General 35

3.3.5.2. Cronograma Detallado 35

3.3.5.3. Plazos 36

3.3.6. Control del Proyecto 36
3.3.6.1. Reuniones e Informes periódicos de Gestión 36
3.3.7. Logística, almacenamiento y manipulación 37
3.4. ITEM 20: EQUIPOS ELÉCTRICOS 38
3.4.1. Introducción 38
3.4.2. Criterios de diseño 39
3.4.2.1. Códigos, normas y regulaciones 39
3.4.2.2. Caída de voltaje 39
3.4.2.3. Protección eléctrica y control 39
3.4.2.4. Bandejas, ductos y zanjas 40
3.4.2.5. Protección contra Rayos y Puesta a Tierra 40
3.4.2.6. Iluminación y balizamiento 40
3.4.2.7. Cables 41
3.4.2.8. Interconexión con el Punto de Conexión (PCC) en la sala de celdas de 23 kV 41
3.4.2.9. Control y monitoreo 42
3.4.2.10. Instalaciones de puesta a tierra y protección contra rayos 42
3.4.3. Alcance del sistema eléctrico 43
3.4.4. Normas y certificaciones 43
3.4.4.1. Módulos fotovoltaicos 43
3.4.4.2. Instalación de módulos fotovoltaicos: 44
3.4.4.3. Caja de strings 46
3.4.4.4. Inversores 46
3.4.4.5. Transformadores 46
3.4.4.6. Sistema eléctrico 47
3.4.4.6.1. Cable eléctrico 47
3.4.4.6.2. Dispositivos eléctricos 48
3.4.4.7. Medición energética 48
3.4.4.8. Conectores 48
3.4.4.9. Protecciones 48
3.4.4.10. Iluminación y Balizamiento 49
3.4.5. Módulos fotovoltaicos 49
3.4.5.1. Alcance del suministro 49
3.4.5.2. Piezas de recambio 50

3.4.5.3. Requisitos Generales 51
3.4.5.4. Requisitos Específicos 52
3.4.5.5. Protección contra la corrosión 53
3.4.5.6. Documentos a Entregar 54
3.4.6. Caja de strings (si aplica) *55*
3.4.6.1. Envolvente 56
3.4.6.2. Fusibles a la entrada de los strings 56
3.4.6.3. Interruptor automático 57
3.4.6.4. Descargador de sobretensiones 57
3.4.7. Inversores *57*
3.4.7.1. Alcance del suministro 57
3.4.7.2. Características 58
3.4.7.3. Requisitos técnicos 60
3.4.8. Transformadores *61*
3.4.8.1. Requisitos Técnicos 61
3.4.8.2. Transformadores MT/BT 62
3.4.8.3. Transformador para Servicios Auxiliares (SS.AA) 65
3.4.9. Equipamiento de la Sala de Celdas 23 kV *65*
3.4.9.1. Interruptores de Media Tensión 66
3.4.9.2. Placas de identificación y características 67
3.4.9.3. Pintura y tratamiento de superficie 67
3.4.9.4. Carga de resorte; iluminación y resistencia de calefacción 68
3.4.10. Cables y aparamenta *68*
3.4.10.1. Conductores 68
3.4.10.2. Amperaje de los cables 68
3.4.10.3. Aislamiento y construcción 69
3.4.10.4. Bandeja de cables y conductos 70
3.4.11. Protecciones *71*
3.4.11.1. Instalación de puesta a tierra 72
3.4.11.1.1. Malla de tierra **73**
3.4.11.1.2. Varillas de tierra **73**
3.4.11.1.3. Conexiones **73**
3.4.11.1.4. Conexión a tierra de conductos **73**
3.4.11.1.5. Conexión a tierra de bandejas **73**

3.4.11.2. Equipo de puesta a tierra 73
3.4.11.3. Resistencia de tierra 74
3.4.11.4. Protección contra rayos 74
3.4.12. Iluminación y Balizamiento *74*
3.4.12.1. Iluminación de áreas y receptáculos 74
3.5. ITEM 30: SISTEMA DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN **75**
3.5.1. Introducción *75*
3.5.2. Normas y certificaciones *75*
3.5.2.1. Instrumentación, control y comunicaciones 75
3.5.3. Sistema de Gestión y Adquisición de Datos *76*
3.5.3.1. Descripción General 76
3.5.3.2. Alcance del trabajo 77
3.5.3.3. Alcance del suministro 78
3.5.4. Sistema SCADA *78*
3.5.4.1. Descripción de equipamiento mínimo *79*
3.5.4.2. Funciones SCADA *79*
3.5.4.3. Registro de eventos *80*
3.5.4.4. Capacidad y reserva *80*
3.5.4.5. Reportes *80*
3.5.5. Controlador de Planta *80*
3.5.5.1. Descripción de equipamientos mínimos *81*
3.5.6. Equipos de Comunicaciones *81*
3.5.6.1.1. Protocolos de Comunicaciones del Sistema **82**
3.5.6.1.2. Redundancia del sistema **82**
3.5.7. Ciberseguridad del sistema *82*
3.5.8. Sistema de monitoreo de planta solar flotante con cámara fija IP *83*
3.5.9. Conexiones de control *84*
3.5.10. Sistema Antivertido *84*
3.5.11. Estación Meteorológica *87*
3.5.12. Contenido Multimedia de la Sala de Control y Monitoreo *87*
3.6. ITEM 40: ESTRUCTURA MECÁNICA **88**
3.6.1. Introducción *88*
3.6.2. Normas y certificaciones *89*

3.6.2.1. Flotadores 89
3.6.2.2. Sistemas de amarre 90
3.6.3. Sistema de Flotación *90*
3.6.3.1. Características de los flotadores 91
3.6.3.2. Disposición del sistema flotante 94
3.6.4. Sistema de Amarre *95*
3.7. ITEM 50: OBRAS CIVILES Y ESTRUCTURALES **97**
3.7.1. Introducción *97*
3.7.2. Supervisión de las obras *97*
3.7.3. Normas y certificaciones *98*
3.7.4. Criterios de diseño *98*
3.7.5. Materiales *99*
3.7.6. Preparación del sitio *99*
3.7.7. Obras civiles temporales *99*
3.7.7.1. Área de almacenaje temporal 99
Techo y Cobertura **100**
Cerramientos y Puertas en Malla de Alambre **100**
Caseta de vigilancia provisoria **100**
3.7.7.2. Espacios para oficina, almacén e Instalaciones temporales 101
3.7.7.3. Dispensario 101
3.7.7.4. Restitución final de Superficies 101
3.7.7.5. Disposición de Material 101
3.7.8. Obras civiles definitivas *102*
3.7.8.1. Rellenos y terraplenes 103
3.7.8.2. Sala de Control y Monitoreo 104
3.7.9. Señalización y Balizamiento *104*
3.7.9.1. Normas de calidad 104
3.8. ITEM 60: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA PLANTA FLOTANTE **105**
3.8.1. Introducción *105*
3.8.1.1. Señalización 105
3.8.1.2. Protección de Equipos 105
3.8.1.3. Limpieza 105
3.8.1.4. Seguridad del personal, de terceros y prevención de accidentes 106
3.8.1.4.1. Equipos de Protección Individual (EPI) para el personal **107**

3.8.1.5. Servicios de construcción 107
3.8.1.5.1. Teléfonos y otros requisitos de comunicación del sitio **107**
3.8.1.5.2. Agua potable **107**
3.8.1.5.3. Instalaciones sanitarias **107**
3.8.1.5.4. Vías de acceso y áreas de estacionamiento **108**
3.8.1.5.5. Protección contra incendios **108**
3.8.1.5.6. Especificación de protección contra incendios **108**
3.8.1.5.7. Recepción y manipulación **108**
3.8.2. Supervisión de la instalación *109*
3.8.3. Montaje del sistema flotante y de amarre *109*
3.8.3.1. Hormigonado in situ 109
3.8.3.1.1. Hormigón premezclado **110**
3.8.3.1.2. Pruebas de control de campo **110**
3.8.3.1.3. Ensayos de compresión **110**
3.8.3.1.4. Informes de ensayos **110**
3.8.3.1.5. Accesorios **110**
3.8.3.1.6. Ensayos de tracción **111**
3.8.3.1.7. Soldadura **111**
3.8.4. Montaje de los equipos eléctricos y de control *111*
3.8.4.1. Equipos de 23 kV 111
3.8.4.2. Tablero de distribución CA/CC 112
3.8.4.3. Cables de alimentación, control e Iluminación 113
3.8.4.3.1. Instalación de conductos **114**
3.8.4.4. Sistema de puesta a tierra 115
3.8.4.5. Tableros de distribución y cubículos eléctricos 116
3.8.4.5.1. Armarios **116**
3.8.4.5.2. Interior del panel **116**
3.8.4.5.3. Frontal del panel **116**
3.9. ITEM 70: PUESTA EN SERVICIO **117**
3.9.1. Introducción *117*
3.9.2. Generalidades de las pruebas *117*
3.9.2.1. Documentos antes de las pruebas 117
3.9.2.2. Certificado de las pruebas 118
3.9.2.3. Costos de las pruebas 118
3.9.3. Pruebas de calidad de equipos *118*

3.9.3.1. Equipos y sistemas a ensayar 119
3.9.4. Puesta en marcha *120*
3.9.4.1. Pruebas de Funcionamiento 120
3.9.4.2. Pruebas de operación continua 123
3.9.5. Pruebas de rendimiento *124*
3.9.5.1. Coeficiente de rendimiento 124
3.9.5.2. Potencia neta de salida 125
3.9.5.3. Verificación de Rendimiento de la Planta 125
3.10. ITEM 80: ASISTENCIA TÉCNICA PARA O&M Y ACEPTACIÓN FINAL 126
3.10.1. Introducción *126*
3.10.2. Condiciones de Asistencia técnica a la Operación y Mantenimiento (O&M) *126*
3.10.3. Mantenimiento preventivo *127*
3.10.4. Mantenimiento correctivo *129*
3.10.5. Pruebas de Aceptación Final *130*
3.10.5.1. Disponibilidad de la Planta Solar Flotante 130
3.10.5.2. Cálculo del tiempo de Indisponibilidad 131
3.10.6. Documentos finales del proyecto Como Construido ("As Built") *132*
4. PARTICULARIDADES 133
4.1. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO 133
4.1.1. Documentación y gestión del conocimiento *133*
4.1.2. Programa de capacitación y entrenamiento *133*
4.1.3. Personal Instructor *134*
4.1.4. Validación de la capacitación y entrenamiento *134*
4.1.5. Personal de operación y mantenimiento *134*
4.1.6. Lugar, horario y herramientas de la capacitación *134*
4.1.7. Cronograma de transferencia del conocimiento *135*
4.2. PROGRAMA DE GARANTÍAS 135
4.3. PROGRAMA DE CALIDAD Y CONTROL 137
5. ANEXOS 138
5.1. PRUEBAS TÉCNICAS DE LOS PANELES SOLARES 138
5.2. PLANO DE UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO 138
5.3. LAYOUT GENERAL 138
5.4. DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL 138

5.5. ARQUITECTURA DE CONTROL 138

5.6. LISTADO DE MARCAS DE REFERENCIA 138

5.7. SIST. ELÉCTR. DE DISTRIB. MT ÁREA PRIORITARIA MD – DIAGRAMA UNIFILAR 138

5.8. PLANO REFERENCIAL DE DUCTOS SUBTERRÁNEOS EXISTENTES 138

5.9. CANTIDAD DE SEÑALES MÍNIMAS PARA EL SISTEMA SCADA 138

5.10. SERVICIOS DISPONIBILIZADOS POR LA SUPERINTENDENCIA DE INFORMÁTICA DE LA IB 138

5.11. EETT DE REFERENCIA DE VIDEO WALL 138

1. ABREVIACIONES

ABNT	**Associação Brasileira de Normas Técnicas**
ACB	**Air Circuit Breaker**
ANDE	**Administración Nacional de Electricidad (Paraguay)**
ANSI	**American National Standards Institute**
AQL	**Nivel de calidad de aceptación**
ASTM	**American Society for Testing and Materials**
BOM	**Bill of materials**
BS	**British Standard**
BT	**Baja Tensión**
CA	**Corriente Alterna**
CB	**Circuit Breaker**
CC	**Corriente Continua**
CCTV	**Closed circuit television**
CDF	**Construction Data Form**
DNVGL	**Det Norske Veritas Germanischer Lloyd**
EETT	**Especificaciones Técnicas**
EIA/TIA	**Electronic Industries Alliance/ Telecommunications Industry Association (ANSI)**
EN	**Norma europea**
EPC	**Engineering, procurement and construction**
ER.GP	**Asesoría de Energías Renovables – MD**
FPD	**Dossier Final de Proyecto**
HDPE	**High Density PolyEthylene**
HMI	**Human Machine Interface**
HSE	**Health, Safety y Environment**
IAM	**Incidence angle modifier**
ICEA	**Insulated Cables Engineers Association**
IEC	**International Electrotechnical Commission**
IEDs	**Intelligent Electronic Device**
IEEE	**Institute of Electrical and Electronics Engineers.**
IES	**Illuminating Engineering Society**

IGBT	**Insulated Gate Bipolar Transistor**
ILAC	**International Laboratory Accreditation Cooperation**
IMPP	**Intensidad de máxima potencia**
INTN	**Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología**
IRENA	**International Renewable Energy Agency**
ISA	**Instrument Society of America**
ISC	**Intensidad en cortocircuito**
ISO	**Internacional Organization for Standardization**
KVM	**Keyboard & Mouse**
LED	**Light emitting diode**
LETID	**Degradación inducida por luz y temperatura elevada**
LID	**Degradación inducida por luz**
MCCB	**Moulded case circuit breaker**
MD	**Margen Derecha**
MPPT	**Seguidor de punto de máxima potencia**
MOPC	**Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones**
MT	**Media Tensión**
NEC	**National Electrical Code (USA)**
NEMA	**National Electrical Manufacturers Association (USA)**
NESC	**National Electrical Safety Code (Código Eléctrico Nacional de Seguridad de los Estados Unidos de América,)**
NFPA	**National Fire Protection Association**
NR	**Norma Reguladora**
O	**Oeste**
O&M	**operación y mantenimiento**
OCTC	**Off-Circuit Tap Changer**
ODF	**Optic Distribution Frame**
ONAN	**Oil Natural and Air Natural**
PCC	**Punto de Conexión**
PD	**Puesto de Distribución**
PID	**Degradación por potencial inducido**
PLC	**Programmable Logic Controller**

PPC	**Power Plant Controller**
PR	**Performance Ratio**
PV	**Fotovoltaica**
PVC	**Policloruro de Vinilo**
QA/QC	**Garantía de calidad y Control de calidad**
S	**Sur**
SAMA	**Scientific Apparatus Makers Association**
SEMD	**Subestación Margen Derecha**
SPD	**Sistema de Protección contra Sobretensiones**
SR	**Sunlight Resistant**
STC	**Condiciones de ensayo estándar**
TC	**Transformador de Corriente**
TCs	**Transformadores de intensidad**
TP	**Transformador de Potencia o Tensión**
TPs	**Transformadores de tensión**
UL	**Underwriters Laboratories**
UPS	**Uninterruptable Power Supply**
UV	**Ultravioleta**
VMPP	**Voltaje de máxima potencia**
VOC	**Compuestos orgánicos volátiles**
VOC	**Voltaje en circuito abierto**
XLPE	**Polietileno reticulado**

2. OBJETO

Provisión, instalación y puesta en servicio de un sistema de generación de energía solar flotante piloto de 1 MWp en el embalse de ITAIPU Binacional, cercano a la Central Hidroeléctrica.

2.1. INFORMACIÓN GENERAL

El proyecto consistirá en una planta de generación de energía solar fotovoltaica de 1 MWp en la superficie del embalse de ITAIPU Binacional, correspondiente al río Paraná en Paraguay. La Planta Solar Flotante (PSF) se conectará a través de una línea de 23 kV a una celda ubicada en la Sala de Celdas de la Central Hidroeléctrica ITAIPU Binacional y alimentará el consumo interno del Área Prioritaria de la Margen Derecha (MD).

El Contratista proporcionará todos los equipos y servicios asociados con la ingeniería de diseño (memorias de cálculos, planos civiles y eléctricos, con indicación del detalle de todos los equipos a ser instalados y sus respectivas características técnicas), de acuerdo con las especificaciones técnicas indicadas en este documento.

La PSF de referencia se ha definido considerando que los módulos fotovoltaicos se posicionan sobre flotadores individuales conectados entre sí, con un sistema de anclaje elástico al suelo fluvial, dejando abierta la configuración eléctrica a inversor cadena (string inverter) o inversor central (central inverter). La evacuación de la energía llegará hasta el Puesto de Distribución (PD), cercano a la orilla, donde serán instalados los dos transformadores de 630 kVA para elevar la tensión hasta los 23 kV.

La instalación deberá considerar módulos fotovoltaicos mono o bifaciales, cableado eléctrico (CC y CA), cajas de conexión de generadores, inversores y equipos de control, transformadores, sistema flotante, sistemas de amarre, componentes de balance de planta, celdas de baja y media tensión, circuito de conexión a 23 kV, equipos auxiliares, sistema de control y monitorización, interfaces, instalaciones para la operación y mantenimiento, así como otros equipos asociados a la PSF.

El circuito de conexión de 23 kV tendrá una distancia aproximada de 500 metros desde la ubicación del Puesto de Distribución (PD) hasta la Sala de Celdas de media tensión (Véase Figura 2). La instalación del circuito de media tensión se realizará por canalizaciones subterráneas. El primer tramo hasta el Data Center será obra nueva y a partir de ahí hasta la sala de celdas se realizará el tendido por canalizaciones existentes (Ver ANEXO 5.8 "PLANO REFERENCIAL DE DUCTOS SUBTERRÁNEOS EXISTENTES"). Es responsabilidad del Contratista todo lo relativo a las tuberías subterráneas y las obras civiles asociadas a este circuito de media tensión.

El Contratista deberá cumplir en cualquier caso con las últimas ediciones de las Normas Internacionales, Normas Industriales de Paraguay/Brasil, Normas Técnicas de Paraguay/Brasil, Reglamento Instalaciones Eléctricas ANDE y ABNT, del Paraguay y Brasil, respectivamente.

El dimensionamiento de la PSF debe garantizar la generación eficaz de energía. Por tanto, debe contemplar el uso de equipos y sistemas con parámetros de diseño y rendimiento una alta disponibilidad y eficiencia.

La selección del equipo y sistemas debe permitir y garantizar la facilidad de tareas de operación y mantenimiento. Por lo cual, se verificará el cumplimiento de la normativa en materia de calidad y se asegurará la misma en todas las fases del proyecto.

El proyecto debe diseñarse para operar satisfactoriamente dentro de los límites permisibles de condiciones de tensión y fluctuación de frecuencia a fin de aportar la máxima energía posible al sistema.

Los excedentes de energía, en ningún caso serán inyectados a la red de la subestación MD, por lo que el Contratista debe diseñar un sistema de control que limite la inyección a la red prevista . Se instalará un sistema de antivertido para evitar que se inyecte energía aguas arriba de la Sala de Celdas de 23 kV. (Véase , ANEXO 5.4 "DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL") Esto se podrá realizar mediante un control inteligente de la producción fotovoltaica, teniendo en cuenta el consumo de las demandas de la red del área prioritaria y la potencia suministrada a dicha red por la subestación MD.

Por otro lado, deberá preverse un área que contenga un espacio físico cercano al PD para la instalación de un sistema de monitoreo y control que deberá ser compatible con la gestión en otro momento de un eventual banco de baterías, de 5 MWh y 500kW de potencia, a fin de almacenar excedentes y cubrir parte de los consumos en las diferentes franjas horarias que no estén cubiertas por la generación de la PSF.

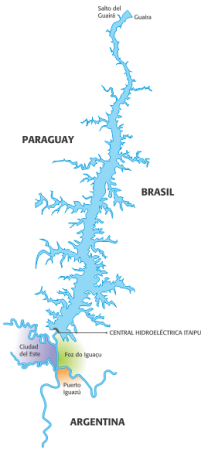
El proyecto podrá estar sometido a la revisión de una tercera parte (organismo de control autorizado) independiente y previamente aprobado por la Fiscalización de la ER.GP de ITAIPU, con el fin de que se verifiquen satisfactoriamente los estándares, test, inspecciones y certificados del proyecto se han establecido en las EE.TT.

2.1.1. Localización

El embalse ITAIPU Binacional con un área de 1.350 km2 se sitúa comprendida entre Foz de Iguazú (Brasil) y Hernandarias (Paraguay) en su parte sur y en su parte norte entre Guaíra (Brasil) y Salto del Guairá (Paraguay), contornado al este y al oeste por las fronteras de Paraguay y Brasil .

La instalación prevista para la PSF estará ubicada en la superficie del embalse de la Central Hidroeléctrica de ITAIPU Binacional, entre el vertedero y aductora de agua de la MD (Paraguay). La central Hidroeléctrica se sitúa en la frontera entre Paraguay y Brasil, en las ciudades de Hernandarias y Foz de Iguazú, , a 20 kilómetros de Ciudad del Este y a 340 kilómetros de Asunción. a 150 kilómetros de la ciudad de Cascavel y 650 km de la ciudad de Curitiba-Paraná.

2.1.2. Características del embalse, presa y puntos de referencia:



Volumen en el nivel máximo normal (m^3)	29 x 10^9
Volumen útil (m^3)	19 x 10^9
Extensión (km)	170
Ancho Máximo (km)	12
Ancho Medio (km)	7
Superficie (km^2)	
Nivel normal	1.350
Nivel máximo llenado	1.557
Nivel mínimo excepcional	470
Nivel de aguas abajo (m)	
Normal	104,00
Máximo	142,15
Mínimo	92,00
Nivel de aguas arriba (m)	
Normal	220,30
Máximo de llenado	223,10
Mínimo excepcional	197,00
Salto bruto (m)	
Máxima	128,00
Mínima	84,00
Salto nominal (m)	118,40

Fig. 1. Características del embalse ITAIPU Binacional.

La PSF de ITAIPU Binacional se localizará en el embalse anteriormente descrito, en un área cercana al punto de evacuación/captación de energía a fin de reducir la longitud de la línea de evacuación y, por ende, las pérdidas eléctricas del sistema. Así también la zona propuesta posee velocidad de agua mínima por ser zona de bahía, facilitando la configuración de los sistemas de amarre y fondeo.

2.1.3. Localización y descripción de puntos de referencia próximos a la PSF.

Fig. 2 Localización de los puntos de referencia de la planta.

- **Estación meteorológica(Usina): Es la estación meteorológica que facilitaría las mediciones de viento, temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación global, necesarios para la correcta caracterización de la PSF, la misma lleva a cabo los procesos de previsión, supervisión y control de las operaciones de la represa conjuntamente con otras 40 estaciones hidrometeorológicas, que conforman la red existente en la MD.**

- **Puesto de Distribución (PD): Es un puesto a construir y conectada a la PSF, constituye el punto de elevación de tensión eléctrica a 23kV. En dicho puesto podrían ser albergados los inversores (si aplica), cubículos de baja tensión, los transformadores elevadores y las celdas media tensión, además de los servicios auxiliares, paneles de control y protección de los equipos eléctricos y contiguo a la Sala de Control y Monitoreo.**

- **Sala de Control y Monitoreo: Se encuentra próximo al PD y alberga la Estación de Operación e Ingeniería y el HMI del sistema SCADA.**

- **Sala de Celdas 23kV: Compuesta por celdas de 23 kV, su barra será conectada a la línea de media tensión procedente del Puesto de distribución, es decir que será alimentada por la PSF en 23kV. Constituirá el punto de acoplamiento con red de distribución procedente de la Subestación Margen Derecha y con las cargas del área prioritaria-MD y el Data Center.**

- **Data Center: Es el centro de procesamiento de datos es uno de los puntos de consumo dentro de la Margen Derecha y está ubicado en la proximidad de la Sala de Celdas de 23kV.**

- **Subestación Margen Derecha (SEMD): Encargada de recibir la energía generada por las unidades generadoras de ITAIPU y convertirla a tensiones adecuadas para su transmisión y distribución al sistema eléctrico paraguayo y brasilero en 50 Hz. Posee cubículos de 23 kV desde donde parte un alimentador subterráneo para interconectarse con la Sala de Celda**

23 kV y alimentar a las cargas del área prioritaria - MD, incluido el Data Center. Se prevé que el flujo de potencia generado por la planta fotovoltaica flotante no sea inyectado a la SEMD.

- **Área prioritaria MD: se refiere a la zona de la Central Hidroeléctrica ITAIPU que se ubica en la margen derecha del río Paraná donde se encuentran los escritorios de las distintas sedes que conforman a la ITAIPU Binacional del lado paraguayo.**

- **Vertedero: Se refiere a la unidad componente de la represa, que es parte de la estructura que permite la evacuación de las aguas, ya sea en forma habitual o para controlar el nivel del Embalse(lago artificial) de unos 29.000 hm³ de agua, con unos 172 km de extensión en línea recta, y un área aproximada de 1350 km² de espejo de agua.**

Las coordenadas de los puntos de interés dentro del área propuesta son:

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de interés del emplazamiento.

Punto	Latitud	Longitud
Estación Meteorológica (Usina)	25°24'24.82"S	54°37'0.27"O
Puesto de Distribución (PD)	25°24'45.76"S	54°36'43.88"O
Sala de Celdas	25°24'58.52"S	54°36'34.86"O
Data Center	25°24'54.96"S	54°36'39.06"O
Represa de ITAIPU BINACIONAL	25°24'51.82"S	54°35'55.79"O
Subestación Margen Derecha (SEMD)	25°25'12.77"S	54°36'39.94"O
Vertedero	25°24'35.90"S	54°36'54.80"O

2.1.4. Información meteorológica y del embalse

Los datos obtenidos de la Estación Meteorológica (Usina), Corresponden al periodo básico de análisis desde octubre de 2020 a noviembre de 2023. Dichos datos están expuestos en los siguientes subapartados.

A continuación, se presentan diversos parámetros mínimos para el diseño de la PSF que debe operar bajo las condiciones climáticas mencionadas durante toda su vida útil de diseño. Estas condiciones están sujetas a verificación por parte de la Contratista, basada en sus propias investigaciones y diligencia debida con respecto a las condiciones climáticas más severas o regulaciones locales que se utilizarán como base para el diseño de la planta .

Tabla 2. Parámetros mínimos de diseño.

Parámetros	Unidad	Valor
Irradiancia Global Horizontal Máxima	W/m²	1100
Temperatura ambiente máxima a la sombra, a considerarse como temperatura de entrada de aire para sistemas de aire acondicionado y ventilación	°C	45
Temperatura ambiente promedio anual	°C	23
Temperatura ambiente mínima	°C	0
Temperatura máxima del metal al sol	°C	85
Humedad relativa máxima	%	100
Humedad relativa promedio anual	%	76
Humedad relativa mínima	%	30
Precipitaciones máximas diarias	mm	160

2.1.4.1. Irradiancia

La siguiente Figura 3 se muestra la media del comportamiento mensual de la Radiación Horizontal (W/m2) en la zona del proyecto.

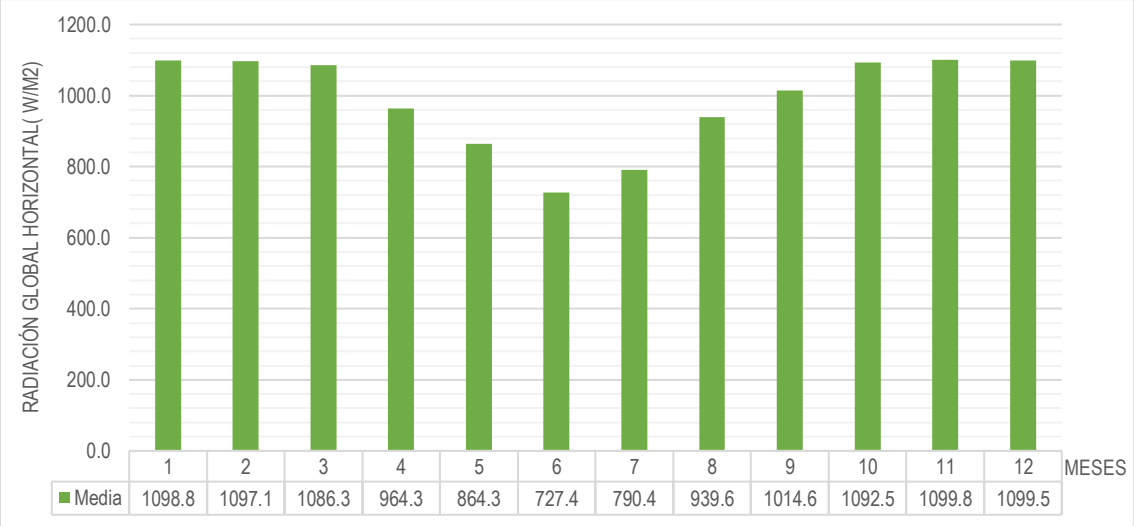


Fig. 3. Irradiancia solar en la zona del proyecto.

Por otro lado, la Figura 4. muestra la irradiación solar medida en kWh/m². Los datos han sido obtenidos directamente de la aplicación POWER desarrollada por la NASA con las coordenadas del emplazamiento. El muestreo se ha realizado con datos desde 1984 hasta la actualidad (2023).

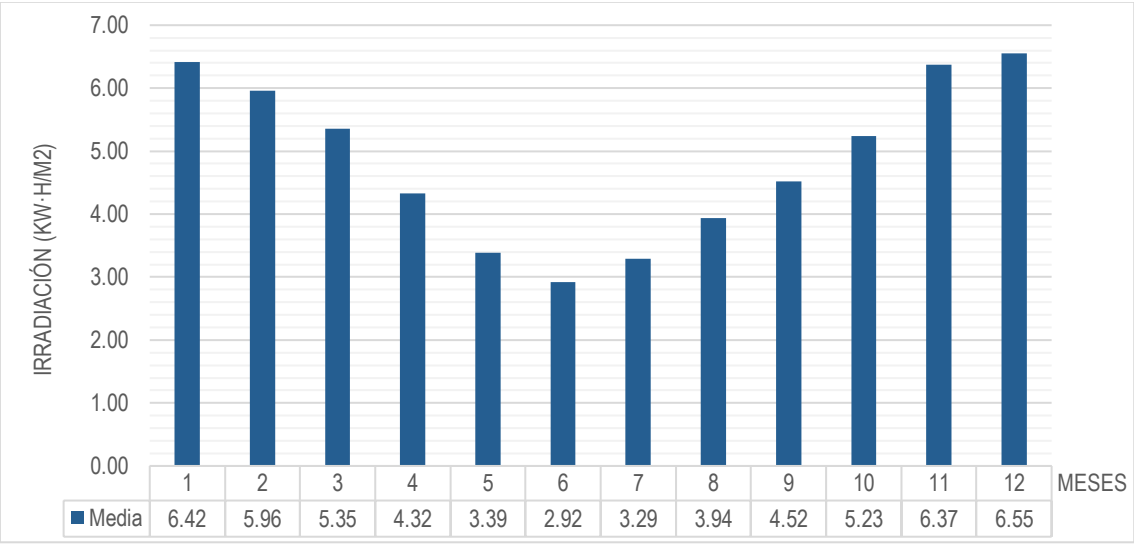


Fig. 4. Irradiación solar en la zona del proyecto.

2.1.4.2. Temperatura

La siguiente Figura 5 representa el comportamiento de la temperatura en la zona del proyecto, teniendo en cuenta la medición de los últimos 4 años. Se representan las medias mensuales y la representación de los máximos y mínimos.

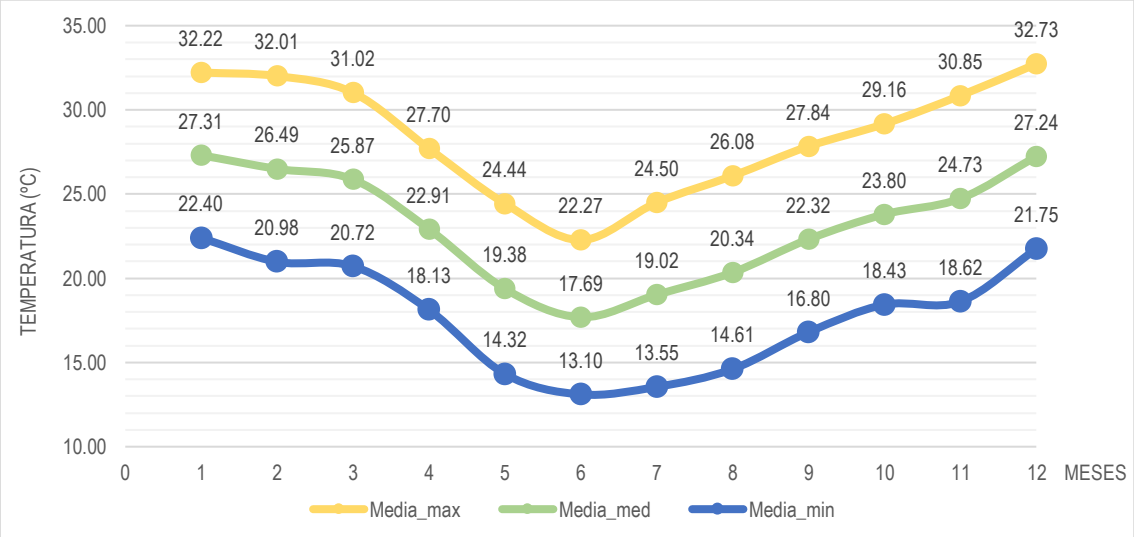


Fig. 5. Representación de las temperaturas máximas, mínimas y medias de la zona de estudio.

2.1.4.3. Humedad relativa

La humedad relativa queda representada por la Figura 6. Los datos fueron procesados teniendo en cuenta la medición de los últimos 4 años, en la que se representan las medias mensuales.

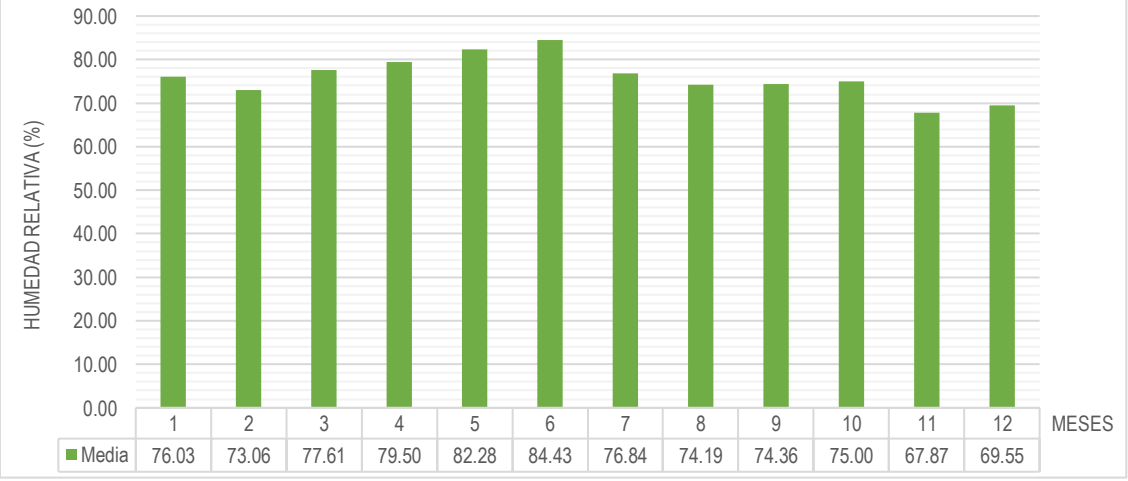


Fig. 6. Representación de la media mensual de la humedad relativa en la zona del proyecto.

2.1.4.4. Precipitación

En la zona del proyecto existe una precipitación anual de 1574 mm, según los registros de medición de los últimos cuatro años. En este periodo los meses que registran mayores precipitaciones son

enero y octubre. La precipitación mensual máxima de este periodo es de 275 mm registrada durante el mes de octubre y la mínima mensual para el citado periodo es de 54 mm registrado en julio.

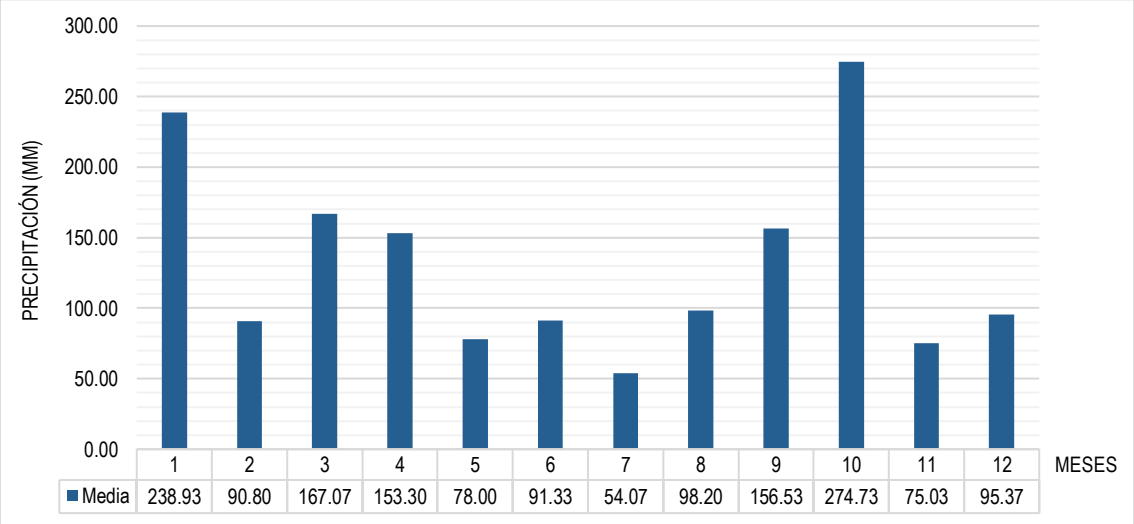


Fig. 7. Representación de la precipitación mensual de la zona del proyecto.

2.1.4.5. Viento

Para el estudio del viento en la zona del proyecto se tiene en cuenta la velocidad máxima del viento como factor determinante. Sin embargo, quedan representados los máximos, mínimos y promedios en la figura 8. Se ha determinado que la velocidad media máxima del viento en esta zona es de 10,94 m/s, es decir, 39,40 km/h.

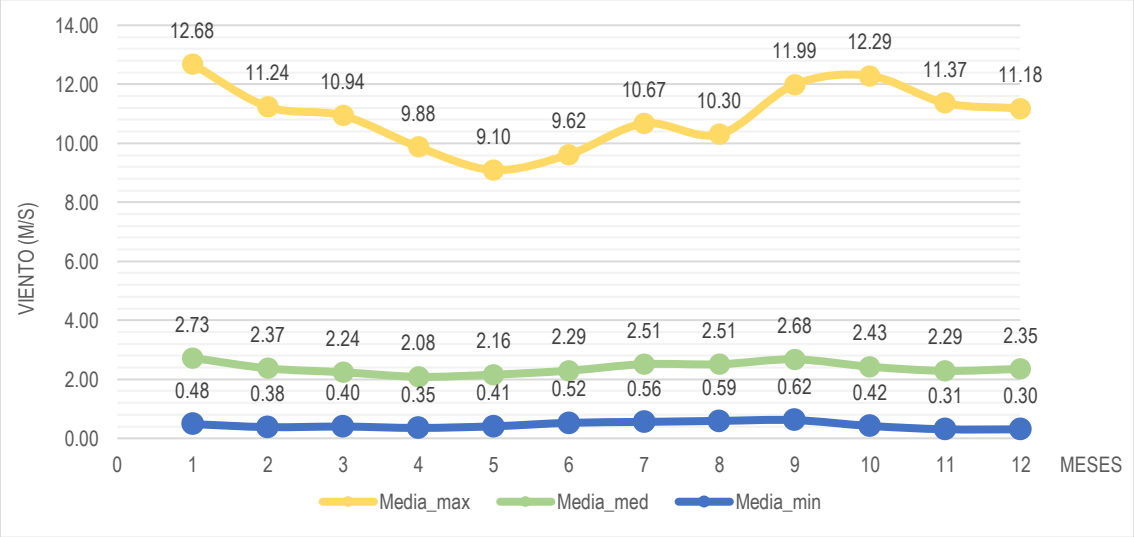


Fig. 8. Representación de la velocidad del viento en la zona del proyecto, máximos, mínimos y promedios mensuales.

El viento desempeña un papel crucial en las plantas solares flotantes al contribuir con el enfriamiento de los paneles, a reducir la temperatura del agua, a incidir en la estabilidad estructural, entre otros .

2.1.4.6. Calidad del agua

La calidad del agua es esencial al dimensionar plantas solares flotantes, influyen directamente en la eficiencia operativa y la vida útil de las plantas, así como en el diseño de estas instalaciones.

En la zona del emplazamiento el análisis de la calidad del agua del embalse, teniendo en cuenta muestreo llevado a cabo entre 2022 y 2023, ha arrojado los siguientes resultados, con la siguiente caracterización de parámetros fisicoquímicos medidos en el nivel eufótico y el nivel afótico. A efectos de aclaración se explican ambos conceptos:

- **Nivel Eufótico: porción iluminada de la columna de agua, en donde se da una reducción del 1% de la intensidad de la luz que llega a la superficie. En esta región se llevan a cabo los procesos fotosintéticos.**
- **Nivel Afótico: profundidad superior al indicado por la transparencia (m), zona en donde no existe el ingreso de luz suficiente para llevarse a cabo procesos fotosintéticos.**

Tabla 3. Coordenadas de la zona de muestreo.

Punto	Latitud	Longitud
Muestra Embalse	25°22'22.9"S	54°34'10.1"O

Tabla 4. Datos limnológicos del embalse.

Nivel	Parámetro	Valor	Unidad
Eufótico	Alcalinidad	19,1835	mg CaCO3.L^-1
Eufótico	Clorofila	3,0344	mg/m^3
Eufótico	Conductividad	69,56	µs.cm^-1
Eufótico	DBO-5 (20º C)	0,8030	mg O2.L^-1
Eufótico	Fósforo Total	0,0287	mg.L^-1
Eufótico	N amoniacal	0,0138	mg.L^-1
Eufótico	N de Nitratos	0,4300	mg N.L^-1
Eufótico	NTK	0,2209	mg.L^-1
Eufótico	Oxígeno Disuelto	7,8820	mg O2.L^-1
Eufótico	pH	7,6240	Unidad de pH
Eufótico	Sulfatos	2,0000	mg.L^-1
Eufótico	Sulfuros	0,1419	mg.L^-1
Eufótico	Temperatura	25,0	°C
Eufótico	Transparencia	2,7000	m
Eufótico	Turbidez	6,9160	NTU
Afótico	Alcalinidad	19,2550	mg CaCO3.L^-1
Afótico	Clorofila	0,3204	mg/m^3
Afótico	Conductividad	69,5800	µs.cm^-1
Afótico	DBO-5 (20º C)	1,1852	mg O2.L^-1
Afótico	Fósforo Total	0,0222	mg.L^-1
Afótico	N amoniacal	0,0188	mg.L^-1
Afótico	N de Nitratos	0,4692	mg N.L^-1
Afótico	NTK	0,2663	mg.L^-1
Afótico	Oxígeno Disuelto	7,3020	mg O2.L^-1

Nivel	Parámetro	Valor	Unidad
Afótico	pH	7,5120	Unidad de pH
Afótico	Temperatura	24,4000	°C
Afótico	Turbidez	6,0500	NTU

2.1.4.7. Geología

Las características del suelo en las zonas previstas para la ejecución del proyecto se muestran en la Tabla 5.

Las muestras se han tomado en áreas cercanas a la Zona I (Data Center) y en áreas cercanas a las oficinas de la Zona II (Superintendencia de Seguridad Empresarial).

Los resultados obtenidos de las muestras tomadas se describen a continuación:

Tabla 5. Clasificación de los suelos.

Muestra	Descripción
Zona I	Grava mal graduada con contenido de suelo limo arcilloso
Zona II	Limo arcilloso, color rojizo, de mediana compresibilidad

Descripción del lecho del embalse en la zona de instalación de la planta solar flotante.

Mediante la toma de muestras compuestas por sedimentos en suspensión y fondo, se determina que la zona posee un lecho mayormente rocoso.

Los resultados de elementos componentes de las partículas de sedimentos indican que están constituidos mayoritariamente por material inorgánico procedente del suelo y restos de rocas.

Con los valores de conductividad de las muestras obtenidas, se estima que el contenido de sales se encuentra en el mismo rango de valores que en el agua del embalse. No fueron detectadas cantidades significativas de azufre (S) y cloro (Cl), cuyos compuestos, el ión sulfato y el cloruro respectivamente, en altas concentraciones pueden causar deterioro a estructuras de hormigón (sulfato) o la corrosión acelerada de las armaduras en el hormigón armado (si aplica).

2.1.4.8. Corrientes y oleaje

Con relación a las corrientes en la zona del emplazamiento del proyecto, se deberá asumir una corriente de 1 m/s, esto es debido a que la misma está cercana a la zona de influencia del vertedero, dando corrientes subacuáticas cuando se realiza la apertura del mismo para liberar el exceso de agua almacenada en el embalse. Así también, la zona del emplazamiento tendría un comportamiento similar al de una bahía.

Con relación al oleaje se asumirá una ola significativa de referencia equivalente a HS=1m, valor de base para dimensionar los sistemas de amarre y fondeo, así como los flotadores.

El Contratista deberá realizar un estudio básico propio a fin de presentar su propuesta que sustente los sistemas de amarre, fondeo y flotadores.

2.1.4.9. Nivel de agua del embalse

.

ITAIPU Binacional proporcionará al Contratista el levantamiento topográfico a detalle y las curvas batimétricas más recientes de la zona definida para el Proyecto como insumo para el diseño del sistema de amarre y fondeo.

La fluctuación máxima histórica en el nivel de agua del embalse es de aproximadamente 5 m en condiciones de sequía severa, siempre y cuando la cota de operación se mantenga en los valores normales (fluctuación normal 1,5 metros) indicados en la Tabla 6.

El rango de condiciones del embalse para el diseño, instalación y operación de los sistemas flotantes se especifican a continuación. Cabe destacar que los descensos por debajo de la cota de operación normal mínima (219 msnm) deben ser aprobados por la autoridad competente de ITAIPU Binacional.

El Contratista debe considerar el plano de emplazamiento de la Planta Solar Flotante para el cálculo de la profundidad de operación teniendo en cuenta la batimetría del sitio y las diferentes cotas respecto al nivel del mar.

Tabla 6. Cota del embalse.

Parámetro	Valor	Unidad
Cota de operación normal	219 - 220,50	msnm
Cota mínima registrada	215,33	msnm

Fig.9 Batimetría de la zona de emplazamiento de la PSF

3. ALCANCE

En este capítulo, se describen, los materiales, equipos y servicios que deberán ser proveídos por el Contratista en el marco de estas EE.TT.

3.1. ALCANCE RESUMIDO

A continuación, se presenta un resumen, de los materiales, equipos y servicios mínimos que serán proveídos por el Contratista, en el marco de provisión, instalación y puesta en servicio de la Planta Solar Flotante(PSF) objeto de este documento, aclarando que esta no es una lista extensiva, siendo obligación del Contratista, la provisión de todos los equipos, materiales y servicios que se encuentran detallados en los distintos apartados de estas EE.TT.

3.1.1. Materiales y Equipos

1. **1 MWp de Paneles solares monocristalinos, según Apartado 3.4.4.**
2. **Inversores solares (Central inverter o conjuntos de String inverter), de al menos 1 MW de potencia, según Apartado 3.4.6.**
3. **2 (dos) transformadores trifásicos elevadores 0.8/23kV, 50Hz, PADMOUNTED, ONAN, 630 kVA de potencia cada uno, denominados TR-SOLAR-01 y TR-SOLAR-02, según Apartado 3.4.7.**
4. **1 (Un) tablero de alimentación trifásico en Media tensión 23 kV, constituido de: 1 (un) interruptor en vacío de entrada de 1250 A con seccionador de puesta a tierra de entrada; motorizado y extraíble; nivel de corto simétrico de 25,0 kA - 1s, 2 (dos) interruptores en vacío de salida 1250 A para interconectar el lado de alta tensión de los transformadores TR-SOLAR-01 y TR-SOLAR-02 con seccionador de puesta a tierra; motorizado y extraíble; nivel de corto simétrico de 25,0 kA - 1s y 1 (un) interruptor de salida para alimentación del transformador de los Servicios Auxiliares (SS.AA) de la Caseta MD-SOLAR-01 1250 A con seccionador de puesta a tierra, extraíble; nivel de corto simétrico de 25,0 kA - 1s, denominado TR-SSAA-S1. Incluidos los IEDs de protección, con funciones mínimas de sobrecorriente de fase y neutro (ANSI 50,50N, 51,51N), Sub/Sobretensión (ANSI 27/59), sincronismo (ANSI 25)-Syncrocheck, sub/sobre frecuencia (ANSI 81U/81O), anti-isla (ANSI 78), Breaker Failure (BF), disparo, entradas/salidas digitales, accesorios y complementos, placas de identificación, bloque de test, comando abrir/cerrar, botón de rearme (relé e interruptor), señalización alarma/estado, llave local/remoto, interenclavamientos y todo lo necesario para el correcto funcionamiento, a ser definido en detalle en el Apartado 3.3.2 Workstatement.**
5. **1 (Un) tablero de alimentación trifásico en Baja Tensión 400 V, doble barra con tie, constituido de: dos interruptores termomagnéticos (2) de entrada, de 630 A, caja abierta, motorizado, para interconectar el lado de BT de los Transformadores TR-SOLAR-01 y TR-SOLAR-02 respectivamente; 1 (un) interruptor de 630 A de interconexión de las Barras A y B del tablero, caja abierta, motorizado; y 2 (dos) interruptores termomagnéticos de 630 A, caja moldeada. Incluidos para cada uno la unidad de disparo electrónico LSIG, bobina de disparo, contactos auxiliares 2 NA+ 2 NO, a ser definido en detalle en el Apartado 3.3.2 "Workstatement".**
6. **1 (Un) transformador trifásico 23/0.38-0.22kV, 50 Hz, 25 kVA, tipo PADMOUNTED, ONAN, denominado TR-SSAA-S1, para Servicios Auxiliares (SS.AA).**
7. **1 (Un) tablero de SSAA, 380/220V, 50 Hz, con 1 (un) interruptor.**
8. **Sistema de Detección y combate de incendio de la Caseta MD-SOLAR-01, incluido central de alarma, detectores de humo, calor, pulsador de emergencia y anunciador/sirena de emergencia junto con los respectivos extintores.**
9. **Sistema de telefonía para la Caseta MD-SOLAR-01.**
10. **Sistema de Control de acceso de la Caseta MD-SOLAR-01.**
11. **Luminarias y tomas para la Caseta MD-SOLAR-01**

12. **Suministro de todos los cables, accesorios necesarios, identificación, puesta a tierra de blindaje, terminaciones, soportes, fijaciones y todo lo necesario para el perfecto funcionamiento del sistema, según Workstatement, Apartado 3.3.2 de estas EE.TT.**
13. **Infraestructura necesaria para el perfecto funcionamiento como electroductos, caños, conduletes, cajas de conexión y paso, soportes, fijaciones, registros de cables de Media tensión y Baja Tensión, terminales de puesta a tierra, malla de puesta a tierra, etc., según Workstatement, Apartado 3.3.2 de estas EE.TT.**
14. **Provisión de 1 (Un) computador portátil (notebook), con todo el software y hardware necesarios para realizar ajustes/configuración/modificaciones de cada uno de los IEDs a ser definido en detalle en el Apartado 3.3.2 Workstatement.**
15. **Suministro para el montaje electromecánico: cables de cobre desnudo; cartuchos y moldes para soldaduras, cordones y conectores incluso para la puesta a tierra de electroductos, canales, bandejas, etc. accesorios de puesta a tierra de equipos, barras de cobre, etc.; pernos y tornillos; elementos de fijación; todos los tipos de electroductos con las correspondientes boquillas, terminales, tuercas, uniones; bandejas y accesorios, con sus respectivos componentes; interconexiones, cajas de conexión y paso, soportes, abrazaderas y tapas de metal, placas de identificación de equipos y paneles; termostato y todo lo necesario para el correcto montaje electromecánico.**
16. **Licencias de instalación y documentación técnica de todos los ítems de hardware y software necesarios para la ingeniería, configuración, parametrización, mantenimiento, relatorios preliminares de ajuste y demás documentos técnicos referentes a los equipos.**
17. **Embalaje, embarque, impuestos, tasas, seguro y transporte de los equipos que forman parte del alcance de esta especificación, materiales, accesorios y otros componentes desde la fábrica hasta el Almacén de la Central Hidroeléctrica de Itaipu.**

3.1.2. Servicios

1. **Ingeniería de diseño básica y a detalle; incluyendo memoria de cálculo, unifilares, funcionales, constructivos, manuales, etc.**
2. **Entrenamiento conforme detallado en el Apartado 4.1 de estas EE.TT.**
3. **Lanzamiento y conexión de todos los cables de fuerza, control, supervisión, protección, monitoreo y comunicación necesarios para la correcta instalación de los equipos, servicios de instalación y montaje de los diferente sistemas; adquisición de datos para alarma y/o control de los sistemas, así como identificación, amarre, fijación, ejecución de chicotes y puesta a tierra del blindaje y/o cables reservas, fabricación e instalación de terminaciones, terminales, soportes, suministro de mano de obra, herramientas, equipos y todo lo necesario para la perfecta ejecución de los servicios.**
4. **Montaje de todos los tableros que forman parte de este suministro, conforme lo detallado en estas EE.TT y sus referencias.**
5. **Instalación de electroductos rígidos y flexibles, enterrados/embutidos o aparentes, montaje de soportes de metal, abrazaderas, alineación, nivelación y aplomado, conexiones y demás accesorios, eventuales retoques en daños, rasguños en concreto o albañilería y su recomposición, excavación, remoción de exceso de material para relleno, pintura, identificación y todo lo que sea necesario para la correcta ejecución de los servicios, de acuerdo con el diseño y las especificaciones técnicas.**
6. **Todas las obras civiles complementarias en general, como perforación de pared o viga; demolición y / o revoque de pared ya sea de mampostería u hormigón armado, etc.; pintura y todo lo necesario para el correcto acabado, montaje e instalación de nuevos equipos y sistemas asociados, conforme Apartado 3.7, de estas EE.TT.**
7. **Supervisión del comisionamiento de los equipos y sistemas que forman parte de esta especificación, conforme Apartados 3.9 Puesta en Servicio y 3.10 Asistencia Técnica para O&M, de estas EE.TT.**
8. **Ajustes, calibración, configuración y parametrización de los equipos objeto de este suministro.**

9. **Servicio de verificaciones, adaptaciones y complementaciones, integración con los demás sistemas, instalación de refuerzos mecánicos, sustitución de borneras, accesorios, pintura y ajustes necesarios para el montaje de los nuevos equipos que forman parte del alcance de estas EE.TT.**
10. **Ensayos de rutina y funcionales en la fábrica, principalmente de los cubículos de BT y MT, así como los tableros de control y protección, a ser definido en el Apartado3.3.2 "Worstatement", a criterio de la Fiscalización de la ITAIPU Binacional.**
11. **Servicios de adecuaciones civiles, según necesidad a ser definido en el Apartado 3.3.2 "Worstatement" de estas EE.TT.**
12. **Servicio de montaje de los flotadores, paneles solares, soportes, etc.**
13. **Conjunto de diseños detallados en estas EE.TT, manuales de operación, instalación y mantenimiento, hojas de cálculo y otros documentos técnicos relativos a los equipos y sistemas suministrados, entre otros.**

3.2. LIMITACIÓN DE LAS RESPONSABILIDADES

3.2.1. Responsabilidad del Contratista

En este apartado quedarán limitadas las responsabilidades del Contratista, el cual se encargará del diseño y la ingeniería definitiva, así como de la provisión, construcción, instalación, puesta en funcionamiento, pruebas, transferencia del conocimiento, operación, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento de la PSF comprobando que se cumplan los estándares mínimos especificados.

El alcance del Contratista incluirá mínimamente los siguientes puntos:

1) **Ingeniería de diseño básico y detallado.**

2) **La instalación y montaje de un circuito alimentador en media tensión aislado, tendido en ductos subterráneos, incluidos todos los servicios e instalaciones de interfaz y conexión.**

3) **La construcción del puesto de distribución (PD) y la Sala de Control y Monitoreo.**

4) **La conexión de la línea de media tensión deberá estar de acuerdo con el diseño y normas definidas en ANDE, ABNT y cualquier otra normativa de aplicación referida en estas EETT.**
5) **Provisión de materiales, equipos, maquinarias y herramientas necesarias para ejecutar el proyecto hasta su finalización. En este punto se incluyen:**

   a) **Inspección en fábrica a ser realizadas antes del envío de los materiales, equipos, maquinarias y herramientas necesarias en la fábrica del Proveedor (si aplica). El listado de equipos a los que se realizará inspección en fabrica quedará a criterio de ITAIPU Binacional siendo mínimamente: inversores, cubículos de MT y BT y paneles de protección y control.**
   b) **Debe existir stock suficiente in situ (Paraguay/Brasil) para poder suministrar los materiales, equipos, maquinarias y herramientas necesarias durante la operación de la PF PSF.**

   c) **Embalaje adecuado de los materiales a suministrar contra manipulaciones indebidas, salinidad, condensación, entre otras. Se procurará en cualquier caso la protección de dichos materiales durante la ejecución del proyecto.**

   d) **Envío y transporte desde su lugar de origen al sitio de todos los materiales, equipos, maquinarias y herramientas necesarios para la ejecución del proyecto. El contratista será responsable de los seguros necesarios para el efecto.**

e) **Descarga en el sitio, recepción, manipulación y almacenamiento de todos los materiales, equipos, maquinarias y herramientas (ITAIPU Binacional proporcionará sitio de almacenaje).**

6) **Gestionar todos los trámites legales pertinentes, como ser los aduaneros, tributarios entre otros en Paraguay y/o Brasil según corresponda.**

7) **Puesta en servicio de la planta fotovoltaica y de las instalaciones interconectadas a la red de MT.**

8) **Proporcionar los equipos de prueba para poder verificar el cumplimiento de las EETT y de las garantías y la Lista de los Equipos de Prueba.**

9) **Periodo de prueba operativa, capacitación y mantenimiento de la PSF por un plazo de 180 días corridos, el Contratista tiene la responsabilidad de contratar al personal y proveer los equipos necesarios para ejecutar esta actividad, así como el sitio donde se dictará la capacitación.**

10) **Toda la gestión de la construcción. Proporcionará supervisión de las obras en el sitio y propondrá un equipo cualificado para la ejecución de estas.**

11) **Generar un programa de entrenamiento y transferencia de conocimiento mediante el cual se capacitará al personal de operación y mantenimiento de ITAIPU Binacional. El plan de capacitación debe ser aprobado al menos (30) días antes del comienzo, de acuerdo con lo indicado en el Apartado 4.1 "Transferencia de Conocimiento".**

12) **Presentar un cronograma detallado por semanas en el cual se contemplen todos los procesos. Dicho cronograma deberá ser actualizado semanalmente o a la periodicidad que la fiscalización de la ER.GP de la ITAIPU Binacional considere adecuada.**

13) **Presentar informes semanales y mensuales a ITAIPU Binacional con el fin de compartir el avance de los trabajos hasta la ejecución total del proyecto.**

14) **Proporcionar el profesional responsable del plan de seguridad en el trabajo del proyecto de acuerdo con las leyes paraguayas y brasileñas. Dicho plan de seguridad debe ser aprobado en cualquier caso por ITAIPU Binacional.**

15) **Garantizar en cualquier caso el cumplimiento de los procedimientos de seguridad en cuanto a métodos, medios, técnicas y procedimientos de diseño y construcción que sean requeridos.**

16) **Organizar la recepción, manipulación, almacenamiento y seguros de los materiales y equipos necesarios para la ejecución del proyecto. Se incluye la inspección, la expedición, el envío, la recepción de descarga, la protección y la rectificación de cualquier pérdida o daño.**

17) **Proporcionar a su personal alojamiento durante la duración del proyecto (si aplica).**

18) **Proporcionar a su personal las oficinas necesarias in situ para la correcta ejecución del Proyecto.**

19) **En cuanto a los servicios provisorios:**

a) **El suministro de agua para la operación, pruebas, mantenimientos y personal, tales como el agua de beber, lavar, sanitarios, limpieza general, etc., deberá estar a costa del Contratista . Este hará todos los arreglos necesarios para mantener el suministro de agua de forma provisoria durante el transcurso de la obra.**

b) **Los lugares adecuados para la toma de energía y agua serán aprobados por la Fiscalización de la Asesoría de Energías Renovables (ER.GP), el Contratista.**

c) **El Contratista dispondrá, instalará, operará, mantendrá, y después desmontará el suministro de electricidad provisoria deberá considerar el costo dentro de su oferta**

comercial para permitir la construcción, calefacción, luz y circulación de aire de las oficinas, depósitos, obradores o cualquier otro edificio provisorio construido por éste.

d) El Contratista ofrecerá en cada frente de trabajo suficientes baños para uso del personal obrero de acuerdo con las instrucciones de la Fiscalización. Deberán tener suficiente privacidad y mantenerse limpios y en buen estado sanitario en todo momento, el Contratista deberá considerar el costo dentro de su oferta comercial.

e) El Contratista suministrará un servicio de limpieza y eliminación de la basura, desechos, residuos de construcción, etc., del lugar y de todo otro lugar de trabajo provisorio. El Contratista hará los arreglos para transportar a los basureros y rellenos sanitarios toda la basura y desechos del lugar, el Contratista deberá considerar el costo dentro de su oferta comercial.

f) Durante el progreso de las obras, el Contratista suministrará y mantendrá materiales para primeros auxilios en lugares de fácil acceso donde se realicen las obras, el Contratista deberá considerar el costo dentro de su oferta comercial.

20) Después de la formalización del Contrato, el Contratista deberá proporcionar a ITAIPU Binacional un Manual de Seguridad. Este manual describirá en detalle los programas que el Contratista implementará durante la ejecución del trabajo, abarcando aspectos como seguridad, protección, prevención de incendios y primeros auxilios, entre otros. ITAIPU Binacional tiene el derecho de revisar, comentar y auditar estos programas, reservándose además la opción de llevar a cabo auditorías continuas al Contratista, conforme a los requisitos establecidos en el manual de seguridad. El Contratista está obligado a realizar los cambios que ITAIPU Binacional solicite de manera razonable e implementar eficazmente los programas mencionados.

21) En cuanto a los daños, el Contratista asume la responsabilidad total de cualquier refuerzo o daño ocasionado a infraestructuras como vías, caminos, puentes, instalaciones de generación, mobiliario, instalaciones de cualquier índole u otras estructuras debido a la generación de tráfico extraordinario o excesivo durante la ejecución de la Obra (si aplica). Además, deberá cubrir todos los costos, daños o compensaciones asociadas a dicho tráfico. En caso de que el sistema sufra daños o sea destruido debido a la negligencia o mala conducta intencional del Contratista, este se comprometerá a reparar y restablecer el sistema a su condición inicial en un plazo máximo de 1 (un) mes, dicho plazo será prorrogable si fuera necesario previa autorización por parte de ITAIPU Binacional. El Contratista será responsable de cubrir los costos relacionados con la reparación, reemplazo o restauración de cualquier parte del sistema debido a negligencia o mala conducta.

22) El Contratista está obligado a retirar cualquier herramienta, equipo o material que caiga al agua y/o precipite a fondo del embalse durante el periodo de ejecución de la obra.

Las responsabilidades del Contratista relativas a la fase de Obra, tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

1) Estudios preliminares e investigaciones necesarias relacionadas con la fase de construcción.

2) Adecuación del área cercana al embalse en la que estará ubicado el PD y la sala de Control y Monitoreo.

3) Adecuación de aquellas áreas definidas para albergar los materiales y equipos. Incluida la protección mediante techo y cubierta de los materiales y equipos.

4) Disposición de la PSF.

5) **Paisajismo, señalización, balizamiento e iluminación del lugar.**
6) **Oficinas, instalaciones y estructuras temporales ubicadas en el sitio.**
7) **Labores de demolición de las instalaciones y estructuras temporales.**
8) **Barreras de navegación, barreras flotantes, adecuación de la zona de embargue y atraque.**
9) **Suministro, instalación y montaje de la conexión de 23 kV.**
10) **Recubrimiento y pinturas.**

Fig. 9-1. Foto de Ubicación aproximada del PD y de la Sala de Control y Monitoreo próximo a la ubicación de la PSF.

3.3. ITEM 10: INGENIERÍA DE DISEÑO

3.3.1. Introducción

En este capítulo se establecen los criterios generales que el Contratista debe tener en cuenta para realizar de forma eficiente la gestión del proyecto, de modo que la PSF pueda ser entregada en plazo y en las condiciones establecidas en la presente Especificación Técnica.

Si bien el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la gestión del proyecto, son responsabilidad del Contratista, ITAIPU Binacional se reserva la facultad de poder realizar directamente o a través de sus representantes, cuantas comprobaciones, inspecciones o solicitudes de información crea convenientes, para verificar la ejecución del proyecto.

El Contratista se encargará de gestionar, coordinar, programar, supervisar y ejecutar la Planta Solar Flotante. Además, será responsable de la construcción, montaje, instalación y todos aquellos trabajos permanentes y temporales requeridos para el efecto.

Todos los procedimientos y protocolos que se establezcan entre el Contratista e ITAIPU Binacional, así como el organigrama jerárquico de organización del Contratista en el proyecto y en la Obra, deberán estar recogidos en el "Manual de Organización y Procedimientos del Proyecto" (MOPP), que el Contratista deberá entregar a la fiscalización de la ER.GP de la ITAIPU Binacional para su

revisión y aprobación. El MOPP debe contener un Plan de Calidad del proyecto, así como un Plan de Comunicaciones, los cuales se adjuntarán como anexos y deberán contar con la revisión y aprobación de ITAIPU Binacional.

El Contratista debe recoger en el MOPP la metodología, la administración del proyecto en términos de alcance, tiempo, costos, calidad, comunicaciones y adquisiciones que atiendan las diversas fases del proyecto.

Todos los planos, diagramas, especificaciones y el resto de los documentos del proyecto se elaborarán, emitirán, distribuirán y aprobarán siguiendo las indicaciones establecidas en estas EETT y la ER.GP.

3.3.2. Workstatement

El Contratista debe presentar una propuesta técnica que describa con suficiente grado de detalle todo el alcance y procedimiento de ejecución para el Proyecto, sin escatimar para ello la documentación necesaria, teniendo en cuenta todo lo descripto en estas especificaciones técnicas.

El Workstatement del Proyecto de PSF deberá contener como mínimo:

1) **Objetivos del proyecto**
2) **El alcance del proyecto, indicando detalladamente la descripción y las cantidades de todos los equipos, materiales y tecnologías que serán suministradas, además de la descripción de los servicios que serán realizados, incluyendo desde la elaboración de la ingeniería de proyecto, la construcción, logística, montaje, entrenamiento, puesta en servicio, etc.**
3) **Los requisitos técnicos del alcance deben presentar las características técnicas de los principales suministros como, paneles solares, inversores, paneles de baja tensión, cubículos de media tensión, transformadores y otros suministros de importancia. En cuanto a los servicios deben ser indicados los estándares normativos que serán utilizados, incluyendo las prácticas de seguridad.**
4) **Requisitos medioambientales, deberán contener los aspectos a ser considerados en el estudio de impacto ambiental que será realizado, y las respectivas medidas de mitigación**
5) **Memoria técnica que debe contener al menos:**
    a. **Descripción detallada de la PSF, incluyendo los diferentes equipos y sistemas.**
    b. **Descripción detallada del proceso de generación de energía.**
    c. **Diseños de construcción**
        i. **- Planta arquitectónica del PD y la Sala de Control y Monitoreo. Vistas de planta, elevación entre otros.**
        ii. **- Diseños estructurales del PD y la Sala de Control y Monitoreo (fundación, pilares, vigas, losas u otras estructuras que considere tipo Container, entre otras).**
        iii. **– Diseño del Sistemas de drenaje de agua (Pluvial y Servida)**
        iv. **-.**
    d. **Detalle de ingeniería:**
        i. **, Memoria de cálculos, incluyendo**
            1. **Dimensionamiento de las cajas combinadoras de CC y CA en función de la disposición del inversor y del campo FV.**

2. **Dimensionamiento de los cables de CC y CA.**
3. **Protección y seguridad del sistema.**
4. **Cálculo estructural del Puesto de Distribución y Sala de Control y Monitoreo.**

ii. **Esquemas unifilares de equipos (paneles, inversores, paneles BT, transformadores, cubículos MT) y sistemas auxiliares.**

iii. **Esquema unifilar de los módulos (serie-paralelo).**

iv. **- Diagramas de paneles fotovoltaicos**

v. **- Diagramas funcionales de inversores.**

vi. **- Diagramas funcionales de paneles de BT**

vii. **- Diagramas funcionales de cubículos de MT**

viii. **- Diagramas funcionales de paneles de SSAA**

ix. **- Diagramas funcionales y arquitectura de control**

e. **Mediciones y memoria de cálculos para dimensionamiento de sistema de puesta a tierra.**

f. **Diseño detallado de sistema de puesta a tierra.**

g. **Memorias de cálculo de amarres y estructuras mecánicas del sistema de soporte y flotación, y otras eventuales memorias de cálculo que sean requeridas por la ER.GP.**

h. **Planos de instalaciones de las áreas exteriores de la PSF y las construcciones asociadas (Accesos, PD y Sala de Control y Monitoreo, entre otras) y , incluyendo disposición interna de equipos en las mismas.**

i. **Lista y hojas de datos de los equipos utilizados, indicando características principales .**

j. **Criterios de diseño de la PSF y las construcciones asociadas.**

k. **Criterios de accesibilidad a la PSF y las construcciones asociadas, con su respectivo mantenimiento.**

l. **Procedimientos de ejecución de las diferentes fases del proyecto: ingeniería, compras y construcción. Deben detallarse, entre otros: la estructura propuesta para la ejecución del proyecto, la ubicación de los centros de trabajos y descripción de estos, la previsión de mano de obra en las diferentes fases, análisis de transporte, estrategia de compras global/local, gestión de HSE y QA/QC, gestión de permisos, etc.**

m. **Recursos requeridos para la construcción del proyecto, como concesiones de agua (caudal o volumen demandado), , energía para construcción, entre otros.**

n. **Planos esquemáticos entre los que se incluyen: layout general, sistema de flotación y amarre, layout del sistema de amarre y fondeo, layout del sistema de generación de energía, esquema de las redes de baja y media tensión, así como diagramas unifilares incluyendo la protección y la arquitectura de control y monitoreo.**

o. **Planos de ubicación de luminarias y sistema de control de la iluminación, así como del balizamiento correspondiente.**

p. **Todos los manuales y procedimientos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, pruebas y servicios descriptos en los apartados 3.9 y 3.10.**

6) **Presentación específica de la propuesta de módulos fotovoltaicos, inversores y estructura de flotación, antes de los 7 días corridos posteriores a la Orden de Inicio de Servicio, emitida por la ER.GP.**

7) **Documentación de respaldo del Programa de Garantías (Ítem 4.2 de las EETT).**

8) **Listado de estudios técnicos a realizar por parte del Contratista y que serán necesarios para la ejecución de los diseños, mínimamente:**

a. **Estudio de recurso solar y simulaciones computacionales de producción de energía eléctrica de la PSFe mediante el software PVsyst, indicando las consideraciones principales (pérdidas, configuraciones detalladas y factores de desempeño entre otros).**

b. **Estudios de calidad de energía, cortocircuito, flujo de cargas e inyección de armónicos en la red eléctrica. Estos estudios se pueden englobar en dos tipos:**

i. **Estudios estáticos: Engloban estudios de cumplimiento de potencia reactiva y calidad de la red. Entre ellos destacan el estudio de inyección de armónicos en la red, estudio del fenómeno flicker, estudio de los desequilibrios de tensiones y estudios de la calidad de la energía.**
ii. **Estudios dinámicos: Engloban estudios sobre el control de frecuencia/potencia activa, el control de tensión/potencia reactiva, factor de potencia, energizaciones, etc.**

Se tendrán en cuenta mínimamente las siguientes normas:

- **IEEE 519-2022: Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems.**
- **IEC 61000-3-2:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions.**
- **IEEE 1547-2018: Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems interfaces.**

El Contratista realizará también los estudios necesarios para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de Control y Supervisión de la PSF en concordancia con los sistemas de Control y Supervisión de la Subestación Margen Derecha (SE.MD), incluyendo estudio de cortocircuitos, flujos de carga y otros que la ITAIPU Binacional considere pertinentes.

c. **Estudio de dimensionamiento de banco de baterías e integración al sistema, para atender los eventuales excedentes en la producción de energía fotovoltaica.**

9) **Presupuesto de 2 opciones de bancos de baterías, conforme diseño del punto 8, letra c "Estudio de dimensionamiento de banco de baterías e integración al sistema, para atender los eventuales excedentes en la producción de energía fotovoltaica." Apartado 3.3.2 Workstatement.**
10) **Organigrama previsto para la ejecución de los trabajos, indicando los roles, responsabilidades, experiencia y antigüedad en la empresa de cada puesto, y remitiendo currículos de los roles clave, pudiendo un mismo profesional ejercer hasta 2 roles.**

11) **Cronograma General del Proyecto, siguiendo las consideraciones de los Apartados 3.3.5.1. y 3.3.5.2 de la presente EE.TT.**

12) **Descripción de las tareas de Operación y Mantenimiento, se enmarcarán en las indicaciones descritas en el Ítem 3.10" ASISTENCIA TECNICA PARA O&M Y ACEPTACIÓN FINAL" que mínimamente deben contener:**

    a. **Alcance del mantenimiento preventivo (incluyendo lista de repuestos y materiales para (2) años de operación).**

    b. **Alcance del mantenimiento correctivo (incluyendo lista de repuestos y materiales para (2) años de operación).**

    c. **Plan y Manual de Operación y Mantenimiento.**

    d. **Metodología y detalle del sistema de limpieza de módulos fotovoltaicos.**

    e. **Presupuesto de referencia.**

    f. **.**

    g. **Transferencia del conocimiento. Descripción de los cursos de formación propuestos.**

13) **Plan de inspección y test de todos los suministros a ser ensayados en fábrica, a criterio de la ITAIPU Binacional.**

14) **Cualquier otra información que el Contratista considere relevante para describir el alcance y los métodos de ejecución.**

15) **Listado de todos los informes, cálculos diseños y demás documentos que deben ser entregados por el Contratista como parte del servicio detallado en estas EETT, este listado será sometido a análisis y aprobación de la fiscalización de la ER.GP y no exime a la Contratista de ninguna obligación especificada en este documento.**

16) **Definición del sistema SCADA, ver Apartado 3.5.4 "Sistema SCADA"**

3.3.3. Definición de marca y modelo de Módulos fotovoltaicos, Inversores y Estructura de flotación

El Contratista facilitará a ITAIPU BINACIONAL, para su revisión y aprobación la propuesta de módulos fotovoltaicos, inversores y estructura de flotación, antes de los 7 días corridos posteriores a la Orden de Inicio de Servicio, emitida por la ER.GP.

3.3.4. Metodología de trabajo

El Contratista facilitará a ITAIPU Binacional, para su revisión y aprobación, el MOPP dentro de los (30) días posteriores a la Orden de Inicio. El Manual de Organización y Procedimientos del proyecto incluirá los organigramas del proyecto, vinculado al Plan de Calidad y, al Plan de Comunicaciones, definiéndose claramente las líneas de dependencia de la estructura del proyecto, así como las atribuciones y competencias de cada posición.

El Plan de Calidad de un proyecto es la manera de asegurar que el proyecto cumple con los requerimientos para los que ha sido desarrollado, deberá contemplar los requerimientos indicados en el ítem 3.9 "PUESTA EN SERVICIO", plan de calidad debe contener:

1. **Los estándares, normas de calidad y regulaciones que afectan al proyecto**
2. **Los estándares que deberán desarrollarse específicamente para el proyecto**
3. **La manera de asegurar la conformidad con dichos estándares.**
4. **Los procesos y planes de mejora continua**
5. **Las métricas que se utilizarán para medir los resultados del proyecto**
6. **Los procesos que se utilizaran para aplicar dichas métricas**
7.

El principal objetivo de un plan de comunicaciones es evitar la escasez de comunicaciones formales (reuniones e informes), pero también disminuir al máximo las comunicaciones formales no planificadas (informes especiales y personalizados, reuniones ""urgentes"", entre otros) y crear puentes comunicacionales entre los diferentes entes, utilizando los medios y horarios adecuados para esto.

El plan de comunicaciones que debe aportar el Contratista a ser prestado para revisión y aprobación de la ITAIPU Binacional, debe constar de los siguientes puntos:

• Los requisitos de información y comunicación entre las partes interesadas.

• El formato, contenido y nivel de detalle de la información que se comunique.

• Personas responsables de comunicar la información, así como las personas receptoras de la misma.

• Medios para la transmisión de la información.

• Frecuencia de intercambio de información.

• Proceso de escalamiento, identificando los plazos y la cadena de mando para el escalamiento de las polémicas que no puedan ser resueltas a un nivel inferior del personal.

• Método para actualizar y mejorar el plan de gestión de las comunicaciones a medida que el proyecto avanza y se desarrolla.

El Contratista tiene la responsabilidad de detallar cómo llevará a cabo las tareas requeridas, lo cual incluye el diseño de los servicios, la metodología para la ejecución de las actividades, la obtención de los resultados previstos y su desglose...

Además, es estrictamente necesario que el Contratista confirme la comprensión de las Especificaciones Técnicas actuales y demuestre su capacidad para traducirlas en un plan de trabajo práctico.

El Contratista incluirá su propuesta para las posiciones clave del organigrama, incluyendo currículo profesional. Todos los nombramientos quedan sujetos a la aprobación de ITAIPU Binacional, quien se reserva el derecho de recusación durante el desarrollo del proyecto. El Contratista someterá a la aprobación de ITAIPU Binacional cualquier cambio posterior del personal responsable.

El Contratista, por medio de la dirección del proyecto, deberá contar con un Ingeniero Residente con la correspondiente acreditación, el cual deberá ubicarse donde se encuentre el foco del proyecto en cada momento hasta la fecha de recepción provisional.

3.3.5. Planificación y programación de actividades

3.3.5.1. Cronograma General

El Contratista es responsable de planificar y programar todas las actividades que integran el proyecto para que la (PSF) pueda ser entregada en tiempo y forma de acuerdo con el Cronograma General aprobado por la ER.GP de la IB.

El cronograma será presentado en formato Project (.mpp) o similar. El contratista presentará semanalmente o cuando la fiscalización de la ER.GP lo requiera, el avance del proceso conforme lo previsto en el cronograma, mediante un informe técnico y seguimiento del cronograma en el mismo formato.

El Cronograma Detallado y los Programas de Ejecución Parcial integrantes del mismo se compondrán al menos de:

1) **Diagrama de barras/Gantt de las actividades.**
2) **Lista de actividades con desglose suficiente, con sus fechas de comienzo y finalización más tempranas y tardías previstas, holguras y camino crítico.**
3) **Relaciones entre actividades.**
4) **Recursos asignados a cada actividad.**
5) **El Contratista asignará un peso o importancia relativa a cada actividad, elaborando unas curvas representativas del progreso teórico (fechas tempranas/tardías).**
6) **Cronograma de entrega de informes y documentaciones solicitadas.**

La codificación empleada por el Contratista deberá permitir la selección y agrupación de actividades por disciplinas, equipos, sistemas o unidades de obra.

ITAIPU Binacional podrá exigir al Contratista un mayor o menor desglose de la planificación en aquellas actividades que considere necesario.

En cada Programa de Ejecución Parcial se establecerá claramente el grado de avance requerido de cada actividad básica y las fechas correspondientes a los Hitos de Control de cada ITEM.

3.3.5.2. Cronograma Detallado

El Programa de Ejecución Detallado integra de forma consistente los siguientes Programas de Ejecución Parcial:

1) **Programa de Ingeniería. Identificará las secuencias esenciales y las operaciones necesarias para asegurar los trabajos de diseño del proyecto, así como la realización de los cálculos, ajustes y/o cumplimiento de las EETT, recepción de los datos de los Fabricantes, edición de los planos válidos para información, fabricación o construcción de las obras y los servicios., asociados al apartado 3.3.2 Workstatement.**
2) **Programa de Provisión y logística. Debe incluir el detalle suficiente para mostrar interrelaciones entre ingeniería, acopios, subpedidos, fabricación, montaje y envío a Obra. Identificación explicita de todos los paquetes y/o equipos integrantes de la PSF, así como la identificación de las fechas límites de lanzamiento de los pedidos.**
3) **Programa de Construcción y Montaje. Se debe proporcionar una guía para el seguimiento global de la Obra y deben quedar claramente identificadas las rutas críticas de construcción y montaje, así como holgura de las actividades.**

4) **Programa de Puesta en Marcha y Pruebas. Se incluyen todos los trabajos y requerimientos del, Apartado 3.9 ITEM 70: PUESTA EN SERVICIO, con las correspondientes fechas o hitos de las respectivas pruebas.**

5) **Programa de Pruebas de Recepción provisoria y definitiva y Programa de Asistencia a la operación y mantenimiento, Apartado 3.10. Debe incluir como mínimo la identificación de los recursos y servicios necesarios para la realización de las Pruebas de Garantía.**

6) **Programa de desmovilización y restablecimiento del sitio. Debe incluir un programa de trabajos de restablecimiento de las instalaciones temporales a su estado inicial y, por ende, la identificación de los recursos y servicios necesarios para la realización de estos.**

3.3.5.3. Plazos

El plazo de entrega es de 40 (cuarenta) días corridos a partir de la fecha indicada en la Orden de Inicio de Servicios (OIS), a ser emitida por la ER.GP, para el ítem 10 y también desde la misma fecha de la OIS, 150 (ciento cincuenta) días corridos para los ítems 20, 30, 40, 50, 60 y 70, a partir de la finalización de esta fecha (150 días después de la OIS), se sumarán otros 180 (ciento ochenta) días corridos para el ítem 80, totalizando así 330 (trecientos treinta) días corridos.

El plazo total para la ejecución de los ítems 10 al 80 es de 330 (trecientos treinta) días corridos, 150 (ciento cincuenta) días de corridos para la aceptación provisoria (Puesta en marcha) y 180 (ciento ochenta) días de corrido para la asistencia en la operación y mantenimiento de la Planta, contados a partir de la aceptación provisoria.

Se resaltan los plazos intermedios relevantes de "Definición de marca y modelo de Módulos fotovoltaicos, Inversores y Estructura de flotación" Apartado 3.3.3 a los 7 días corridos de firmada la O.I.S. y la presentación y aprobación del MOPP "Manual de Organización y Procedimientos del Proyecto" a los 30 días corridos de firmada la OIS

3.3.6. Control del Proyecto

3.3.6.1. Reuniones e Informes periódicos de Gestión

El Contratista establecerá un sistema de seguimiento y control del proyecto, de modo a detectar desviaciones en la ejecución prevista e introducir las medidas correctivas necesarias para recuperar la marcha apropiada del proyecto.

El sistema de control del proyecto debe cubrir las siguientes áreas:

1) **Grado de avance del proyecto.**

2) **Seguimiento y control de la programación de actividades.**

3) **Seguimiento de actividades de Diseño e Ingeniería del Proyecto.**

4) **Activación y expedición de pedidos.**

5) **Logística.**

6) **Construcciones y montaje.**

7) **Puesta en marcha y Pruebas.**

El Contratista emitirá informes semanales y mensuales sobre el desarrollo del Proyecto, en el que se incluirán la situación de todas las actividades de la Obra, con referencia a ingeniería, acopios, provisión, envíos, construcción, montaje, pruebas y ensayos, gestión de recursos, así como el cumplimiento de los programas definidos en el Apartado 3.3.5 Planificación y Programación de Actividades.

El contratista deberá presentar alternativas sobre la forma y contenido del Informe de Progreso, el cual estará sujeto a la revisión y aprobación de la ER.GP.

Además de los informes semanales, ITAIPU Binacional podrá solicitar, en cualquier momento que requiera, informes de avance y detalle de los trabajos siendo obligación del Contratista presentar los mismos en un plazo máximo de 48 horas de la recepción del pedido por parte del Contratista vía nota o correo electrónico.

El Contratista actualizará mensualmente el programa de actividades y el diagrama de progreso real, considerando siempre el camino crítico. Por lo tanto, el Informe Mensual debe contener como mínimo un listado de las diferentes actividades con su grado de avance, las fechas tempranas/tardías y su holgura, así como el diagrama de progreso que analice las desviaciones detectadas y presente las propuestas de corrección de estas.

Al finalizar el Contrato, el Contratista debe emitir un Informe Final de actividades en el cual se recopile la experiencia obtenida durante el desarrollo de las actividades, con el fin de obtener datos de referencia para futuros trabajos.

En el informe se reflejarán de forma clara y concisa las circunstancias anormales que han influido sobre su desarrollo para que puedan ser valorados objetivamente los datos incluidos en el mismo.

En el Informe se recogerá la Programación Prevista y la Ejecución Real del Proyecto, Asimismo, incluirá el Informe e Control de Calidad y el Informe Final de Seguridad e Higiene.

En cuanto a las reuniones, como mínimo se realizarán semanalmente reuniones relativas al seguimiento del estado y desarrollo de las actividades. No obstante, además de las reuniones e informes señalados, ITAIPU Binacional podrá solicitar todas aquellas reuniones que se consideren necesarias para el correcto desarrollo del Proyecto, siendo obligación del Contratista dar respuesta en el menor tiempo posible.

3.3.7. Logística, almacenamiento y manipulación

La vía de acceso al embalse de la Central Hidroeléctrica de ITAIPU Binacional está pavimentada y se encuentra en buen estado. No obstante, el Contratista deberá realizar, a su propio costo, una investigación detallada sobre la ruta y las condiciones apropiadas para el transporte de los equipos y materiales que requiera para la correcta ejecución del proyecto.

ITAIPU Binacional facilitará al Contratista las coordenadas de las áreas destinadas al almacenamiento de los equipos, materiales, insumos, etc., así como los accesos por tierra o por agua que se requieran.

El Contratista estará obligado a proteger debidamente todo el material a suministrar contra manipulaciones indebidas, salinidad, condensación, etc., utilizando los productos auxiliares necesarios para proteger el material hasta su montaje final.

Las condiciones establecidas para el correcto transporte y almacenaje de los materiales y equipos deben considerar lo dispuesto en el Apartado 3.7.7 Obras civiles temporales, el cual debe ser aprobado por la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

Aunque el Contratista realice todos los procedimientos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, si se produjesen daños por diversos motivos, el Contratista será el único responsable de la sustitución de los elementos dañados.

3.4. ITEM 20: EQUIPOS ELÉCTRICOS

3.4.1. Introducción

El sistema eléctrico debe estar diseñado para aprovechar de manera fiable la energía generada en corriente continua (CC) del conjunto de paneles fotovoltaicos. Los módulos se conectan entre si formando cadenas o strings, y transmiten la energía a los inversores fotovoltaicos mediante cables en CC. El Contratista, en su diseño, seleccionará el nivel de tensión del sistema CC para optimizar la eficiencia del sistema.

Dentro del Puesto de Distribución, los inversores fotovoltaicos convertirán la corriente Continua (CC) generado de los paneles FV en corriente alterna (CA) en el caso de inversor central, en el caso de string inverter la conversión de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA) se da en estos inversores, para posteriormente, por medio de un panel de BT intermedio, conectarse al lado de baja tensión de dos transformadores elevadores de 630kVA. Cada transformador elevador, conectado a su respectivo cubículo de MT permitirá distribuir la energía por medio de una línea de 23kV hasta la sala de celdas de 23 kV existente ubicada en el área prioritaria (Ver ANEXO 5.4 "DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL").

Todos los cables de alimentación y control se instalarán en conductos de polietileno de alta densidad (PEAD). Deben soportar las influencias externas extremas tales como medio ambiente, condiciones climáticas, corrosión, altitud, radiación UV, temperatura, de acuerdo con el área en donde se desarrollará la PSF.

A su vez, el sistema eléctrico que se ubicará en el área del embalse de ITAIPU Binacional se diseñará de manera adecuada para condiciones de alta humedad, luz solar directa y tormentas.

El proyecto se diseñará para generar la electricidad en función de la disponibilidad de la energía solar, con un alto rendimiento de energía eléctrica y minimizando las pérdidas en todos los componentes del sistema. La eficiencia de la planta solar flotante se diseñará para un coeficiente de rendimiento (PR)de no menos del 80% (ver Apartado 3.9.5 "Pruebas de Rendimiento").

La Planta Solar Flotante se diseñará preferiblemente utilizando la tecnología de inversores de cadena (string inverter), ubicados en un punto seguro, usando el mismo equipo de flotación utilizado para los paneles. Aun así, el Contratista podrá seleccionar la tecnología de inversor central (central inverter) si se considera que puede optimizar la eficiencia del sistema, ubicando el inversor en tierra, dentro del PD. La elección final deberá ser consultada y aceptada por la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

Los inversores de la PSF se diseñarán para tener el mejor rendimiento y compatibilidad con comandos remotos. Las funciones necesarias para el control del inversor fotovoltaico incluirán mínimamente el control de potencia activa y la potencia reactiva.

3.4.2. Criterios de diseño

Esta sección describe los criterios de diseño que se utilizarán para todos los trabajos eléctricos relacionados con la PSF. El diseño del sistema eléctrico será responsabilidad del Contratista. Todas las clasificaciones, capacidades y tamaños de equipos indicados en estas especificaciones y en los

planos, son requisitos mínimos. Los valores finales serán definidos en el ITEM10: "INGENIERIA DE DISEÑO".

.

Los sistemas de media y baja tensión se diseñarán sobre la base del estudio de cortocircuito y flujo de carga, caída de tensión, puesta a tierra y sobretensiones. El Contratista deberá diseñar todo el equipo eléctrico y de control, a partir del Apartado 3.3.2 "Workstatement".

El diseño incluye el sistema anti vertido aguas arriba de la sala de celdas, en ningún caso se permitirá el paso de energía hacia la subestación de la Margen Derecha de la ITAIPU Binacional (SEMD).

Todos los equipos eléctricos de la misma categoría, tipo y clasificación deberán ser del mismo fabricante

3.4.2.1. Códigos, normas y regulaciones

El diseño, fabricación, instalación y prueba de todos los sistemas eléctricos deberán cumplir en todos los aspectos con todas las leyes y regulaciones pertinentes de Paraguay y Brasil, y con todos los códigos y legislaciones locales aplicables. El diseño del equipamiento eléctrico y su disposición se basará en las últimas normas de ANDE, INTN, ABNT, NBR e IEC aplicables o en las normas IEEE, ANSI, NEMA, ASTM, UL, IES, E.I.T, NFPA, BS, NEC, ICEA.

El Contratista utilizará la última versión de todos los códigos y normas. Los códigos y estándares de la industria usados para el diseño y construcción serán los códigos y estándares de la industria vigentes a la fecha de cierre contractual.

Los equipos y materiales diseñados y fabricados de acuerdo con otras normas requerirán la aprobación de la ER.GP de la ITAIPU para cada uno, los cuales deberán ser iguales o superiores a los antes mencionados.

3.4.2.2. Caída de voltaje

Las caídas de voltaje máximas permitidas serán las siguientes, con base en la normativa local e internacional vigente:

- **3% para el circuito en CC de la planta fotovoltaica.**
- **2% para alimentadores de corriente CA / CC generales.**
- **3% para el circuito de iluminación desde el tablero de distribución, hasta el dispositivo de iluminación más alejado.**
- **3% para los circuitos desde la UPS a la carga.**

3.4.2.3. Protección eléctrica y control

Se seguirá la siguiente filosofía de diseño para la protección eléctrica y control:

- **Todos los fusibles o interruptores (CB) de suministro de CA/CC de protección y disparo deben ser supervisados para dar una alarma en caso de pérdida de suministro de CA/CC.**
- **La falla de un solo dispositivo no resultará en la imposibilidad de despejar una falla.**
- **La discriminación será tanto por tiempo como por sensibilidad.**
- **Cada disparo se indicará individualmente.**
- **Se considerará protecciones diferenciales para equipos en el flotador.**

- **Todas las operaciones de protección deben anunciarse, por separado o en grupos. La agrupación de alarmas es aceptable cuando el sistema permita la fácil identificación de la causa de la alarma.**

3.4.2.4. Bandejas, ductos y zanjas

El sistema de bandejas, ductos y zanjas se diseñarán de modo que se mantenga la separación para los siguientes servicios:

- **Cables de alimentación de media tensión (MT).**
- **Cables de alimentación de baja tensión (BT).**
- **Cables de instrumentación.**
- **Cables de control.**

Todos los cables de alimentación y control de CA / CC se deben instalar en conductos de HDPE corrugados. Sin embargo, cuando sea necesario, los cables de alimentación, control y comunicación podrán instalarse en bandejas de cables. Tanto las zanjas, como bandejas y ductos, y su localización, deben cumplir con las normas NEC e IEC.

Todo el cableado de media tensión y de fibra óptica para comunicaciones, desde el Puesto de Distribución hasta la Sala de Celdas será diseñado en una sola ruta por el Contratista. En cualquier caso, ITAIPU Binacional proporcionará al Contratista toda la información relevante para el correcto diseño del trazado eléctrico y de comunicaciones.

3.4.2.5. Protección contra Rayos y Puesta a Tierra

La puesta a tierra deberá proporcionar un medio para conducir y / o disipar de manera segura las corrientes de falla a tierra, las descargas atmosféricas, la inducción estática y otras posibles fallas de aislaciones para la protección del personal y el equipo de la planta generadora.

Deberá proporcionarse un medio para conectar a tierra todos los equipos a un mismo potencial de referencia a tierra, uniforme para evitar el mal funcionamiento del equipo como resultado de diferentes potenciales, minimizar la interferencia de ruido en los sistemas de instrumentación y proporcionar una ruta de retorno de falla a tierra de baja impedancia para una activación temprana de dispositivos de protección de circuitos.

La conexión a tierra debe diseñarse para cumplir con los requisitos de la norma IEEE 80, 142, 665 y 1050. Las estructuras, plantas y sistemas de protección contra rayos de edificios deben proporcionarse de acuerdo con la norma IEC 62305.

3.4.2.6. Iluminación y balizamiento

Las iluminaciones y balizamientos serán del tipo LED. Se debe proporcionar e instalar un sistema de iluminación para el área de la PSF, incluyendo además la iluminación interna y externa de los equipos en tierra (PD y sala de Control y Monitoreo, accesos entre otras). El diseño de iluminación debe estar de acuerdo con la *Illuminating Engineering Society* (IES) y sus especificaciones y las normas nacionales correspondientes de Paraguay y Brasil.

La iluminación y el balizamiento deben ser lo más uniforme posible en intensidad y libre de deslumbramientos molestos. Se debe utilizar iluminación de alta eficiencia energética. Las intensidades de iluminación seguirán las recomendaciones de IES.

3.4.2.7. Cables

En general, los conductores de potencia se aislarán sobre la base de una temperatura máxima normal de operación del conductor de 90 °C, en temperatura ambiente de 45 °C, con una temperatura máxima de sobrecarga de emergencia de 130 °C. El cable conductor debe ser de cobre, aislado en un material termoestable de polietileno reticulado (XLPE), resistente a la intemperie (SR – Sunlight Resistant).

Debe cumplir con la prueba de no propagación de incendio (CT), especificada por UL 1685 y con la prueba de resistencia a la propagación del incendio (IEEE1202).

El cableado de alimentación en CC para el sistema fotovoltaico debe tener una tensión nominal mínima de 1,5 kV en CC.

El tamaño de los conductores y la capacidad de transporte de corriente deben coordinarse con los dispositivos de protección del circuito, de acuerdo con el diseño implementado. Los alimentadores de cable de los equipos de potencia deben dimensionarse de modo que una falla de cortocircuito en los terminales de la carga no provoque daños en el cable.

Los conductores eléctricos se seleccionarán con un nivel de aislamiento aplicable al voltaje del sistema para el que se utilizan y amperajes adecuados para la carga que se sirve. Los amperajes máximos de cualquier cable dependerán del peor de los casos en el que el cable se disponga (bandeja, sistema flotante, conducto o zanja de cables). Además de la capacidad de transporte de corriente, se deben tener en cuenta requisitos especiales como la caída de tensión y cortocircuito al dimensionar el cable.

3.4.2.8. Interconexión con el Punto de Conexión (PCC) en la sala de celdas de 23 kV

En el PD, los inversores de la PSF se conectarán a transformadores elevadores diseñados para aumentar la tensión a 23 kV, facilitando así la interconexión del PD con la sala de celdas de 23 kV existente en el área prioritaria. Para llevar a cabo esta interconexión, la contratista deberá construir una línea de distribución en media tensión desde el PD nuevo hasta dicha sala de celdas existente. La ITAIPU Binacional proporcionará información sobre las canalizaciones existentes para el tendido de esta línea. Se ha designado la barra de la celda de 23 kV de la sala de celdas como el punto de conexión común entre la red de distribución proveniente de la fuente fotovoltaica, la red de distribución proveniente de la Subestación (SE) Margen Derecha (MD) (SEMD) y la red conectada a la carga. Esta conexión se realizará mediante un circuito trifásico con cable de tierra, dispuesto en forma subterránea, con ductos y cajas de paso. La interconexión deberá cumplir con la normativa ANDE, INTN y ABNT.

El Contratista deberá suministrar e instalar en las celdas de 23kV del PCC, todos los equipos necesarios para la medida (Contador de energía, TCs y TPs, clase 0,5 y potencia <= 15 va) para la protección y control del flujo de potencia proveniente de la planta solar, de acuerdo con las reglamentaciones de la IRENA y los requisitos particulares de ITAIPU Binacional, según lo citado en el párrafo siguiente.

El Contratista deberá instalar un sistema antivertido para garantizar la NO inyección de flujo de potencia hacia la red de distribución proveniente de la SEMD. A su vez, el Contratista instalará un analizador de redes para ver el estado de la subestación (cuanta energía está inyectando) y valorar si debe cortar el suministro o limitarlo para que no exista vertido (inyección de la subestación bajando de un punto offset de referencia).

El Contratista será responsable del suministro, instalación y cualquier otro costo asociado al sistema eléctrico, sistema de comunicación y otros sistemas relacionados con la regulación aplicable.

Se utilizarán los siguientes sistemas de suministro de energía:

Tabla 7. Voltajes Nominales del sistema y su Puesta A Tierra

Voltaje Nominal		Tipo Voltaje	Sistema P.A.T.
23	kV	CA MT	Trifásico en estrella, con neutro sólidamente puesto a tierra
800 (*)	V	CA inversor	Trifásico, sin conexión a tierra
380	V	CA Normal	Trifásico en estrella, con neutro sólidamente puesto a tierra
(*)	V	CC	2 hilos, Sin conexión a tierra

***A definir en el Apartado 3.3.2 "Workstatement".**

3.4.2.9. Control y monitoreo

Las alertas, mediciones y controles serán transferidos al sistema de monitoreo y control, y será necesario supervisarlos y gestionarlos localmente desde la estación de control remoto en la Sala de Control y monitoreo PD. Asimismo, se subraya que el comportamiento del sistema debe ser exhibido en una pantalla de manera didáctica, generando una experiencia visual llamativa para mostrar el rendimiento de la planta. A su vez, se contemplará la implantación de una aplicación web para la visualización del comportamiento y rendimiento de la planta de forma remota.

El Contratista deberá suministrar el sistema de comunicaciones entre la PSF y el punto de control en el PD y la sala de Monitoreo y Control mediante cable de fibra óptica monomodo SMA, 9/125 um, de al menos 24 fibras, con sus correspondientes elementos necesarios para su distribución (tales como distribuidores de fibra óptica (ODF´s)) en ambos extremos, totalmente preparados para su conexión, mediante terminales LC/PC, certificados necesarios de fábrica, e interconectados a las fibras del cable por el método de fusión. Se deberán presentar pruebas certificadas de las fibras, conectores, "patch cords", y de los elementos y enlaces ya instalados.

Los ODF´s, deberán ser suministrados en cuadros autoportantes, para montaje en el suelo o en pared, según se requiera, con las características generales establecidas para los cuadros.

A su vez, se asegurará la comunicación entre el analizador de redes, el sistema de control y los equipos generadores (inversores y paneles) para evitar la inyección aguas arriba de la sala de celdas de 23 kV.

3.4.2.10. Instalaciones de puesta a tierra y protección contra rayos

Todas las partes metálicas, así como estructuras de todo tipo, paneles fotovoltaicos, bandejas de cables, cubículos, tableros de distribución, armarios, carcasas y todas las partes metálicas de la construcción, deben estar conectadas a tierra para proteger al personal del peligro de descargas eléctricas y a los equipos contra daños. La protección contra rayos debe diseñarse e instalarse de acuerdo con la norma IEC 62305.

3.4.3. Alcance del sistema eléctrico

El sistema eléctrico incluirá el suministro de todos los equipos eléctricos, incluido el transporte al sitio, la instalación, las pruebas y la puesta en marcha.

El Contratista proporcionará los Módulos fotovoltaicos, los Inversores fotovoltaicos, los Transformadores, Transformador para Servicios Auxiliares (SS.AA), sistema de distribución en CA/CC, cableado BT, cableado MT, accesorios del sistema eléctrico y otras instalaciones para completar la planta de generación solar flotante.

El alcance del sistema eléctrico principal debe incluir:

- **Módulos fotovoltaicos.**
- **Equipos de conexión.**
- **Sistema de control y monitoreo.**
- **Inversor(es) fotovoltaico(s).**
- **Tablero de distribución de CA.**
- **Tablero de distribución de CC.**
- **Sistema de protección de los transformadores MT/BT.**
- **Sistema de protección contra rayos y puesta a tierra.**
- **Sistema de red de área local (LAN).**
- **Sistema de CCTV.**
- **Sistema de iluminación y balizamiento.**
- **Cableado Baja Tensión.**
- **Cableado de Media Tensión.**
- **Sistema de bandejas y/o zanjas.**
- **Y todos los equipos necesarios para el buen funcionamiento de la PSF.**

El Contratista deberá presentar cálculos eléctricos que se enmarquen en el apartado 3.3.2 Workstatement y cubran mínimamente los siguientes aspectos:

- **Configuración de los dispositivos de protección: Celdas y dispositivos de protección de 23 kV.**
- **Configuración de los dispositivos de protección: Celdas y dispositivos de protección de los tableros de distribución de baja tensión en CA y CC.**
- **Sistema de iluminación y balizamiento.**
- **Informe de resistividad del suelo.**
- **Sistema de protección contra rayos y puesta a tierra.**
- **Calidad de Energía**

3.4.4. Normas y certificaciones

3.4.4.1. Módulos fotovoltaicos

- **IEC 61215:2021 Módulos fotovoltaicos (PV): calificación de diseño y homologación.**
- **IEC 61701: Pruebas de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (PV). Se aplicará el grado de severidad 6.**
- **IEC 61730 calificación de seguridad del módulo fotovoltaico (PV).**
- **IEC 60068-2-68: Test medioambientales – Parte 2-68: Test: Polvo y arena.**
- **IEC 62759-1: Módulos fotovoltaicos (PV). Ensayo de transporte. Parte 1: Transporte y envío de pilas de módulos fotovoltaicos.**
- **Conformidad CE.**
- **IEC 63202-1:2020 Células fotovoltaicas. Parte 1: Medida de la degradación inducida por luz de células fotovoltaicas de silicio cristalino.**
- **IEC TS 62804-1: Módulos fotovoltaicos (PV). Métodos de ensayo para la detención de degradación de potencial inducida (PID). Silicio cristalino.**
- **IEC 62716: Módulos fotovoltaicos. Test de corrosión de amonio.**
- **IEC TS 62782: Modulo fotovoltaicos – Test mecánico cíclico. Los módulos deberán ser certificados para soportar una carga de 5400 Pa.**

- **UL 1703 Estándar para módulos fotovoltaicos con caras planas.**
- **IEC 60891: Dispositivos fotovoltaicos – Procedimientos para la corrección de la temperatura e irradiancia para la medida de las curvas I-V.**
- **IEC 60904-13: Pruebas de electroluminiscencia en módulos fotovoltaicos.**
- **IEC 61853: Ensayos del rendimiento de módulos fotovoltaicos (PV) y evaluación energética.**
- **IEC 61345: Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (PV).**
- **IEC TS 62941: Módulos fotovoltaicos (PV) para uso terrestre. Guía para el aumento de la fiabilidad en la cualificación del diseño y homologación.**
- **EN 50380: Requisitos de marcado y de documentación para los módulos fotovoltaicos.**
- **IEC 62788: Procedimientos de medición para materiales usados en módulos fotovoltaicos.**
- **IEC 62852: Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.**
- **IEC 62994: Evolución de módulos fotovoltaicos en su vida útil – Principios generales y definiciones.**
- **IEC TS 63126: Guía para la calificación de módulos fotovoltaicos, componentes y materiales para operación a altas temperaturas.**
- **IEC 61000: Compatibilidad electromagnética.**
- **ISO 9001: Sistemas de gestión de calidad.**
- **ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.**
- **IEC TS 63342: Módulos fotovoltaicos – Degradación inducida por luz y temperatura elevada (LeTID).**
- **IEC TS 63209-1: Módulos fotovoltaicos – Ensayo de estrés extendido – Parte 1: Módulos.**
- **IEC TS 60904-1-2:2019: Photovoltaic devices - Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices.**
- **IEC TS 63202-3:2023: Photovoltaic cells - Part 3: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic cells**
- **NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição — Procedimento de ensaio de conformidade.**
- **NBR 16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.**
- **NBR 16690: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos - Requisitos de projeto.**

3.4.4.2. Instalación de módulos fotovoltaicos:

- **Los conectores de los módulos fotovoltaicos deberán cumplir con la certificación TÜV a 1500 voltios.**
- **IEC 60228: Conductores de cables aislados.**
- **IEC 60332-1-2: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1kW.**
- **IEC 60364-1: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 1: Principios fundamentales, determinación de las características generales, definiciones.**
- **IEC 60364-4: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.**
- **IEC 60364-5: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos.**
- **IEC 60364-7-712: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV).**
- **IEC 60754-1: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos.**

- **IEC 60754-2: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Determinación de la conductividad y de la acidez (por medición del pH).**
- **IEC 61034: Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.**
- **IEC 61140: Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos.**
- **IEC 61173: Protección de sobretensión para sistemas de generación fotovoltaica (PV).**
- **IEC 61724: Monitorización del rendimiento del sistema fotovoltaico – Guía para la medición, intercambio de datos y análisis.**
- **IEC 61829: Generador fotovoltaico (PV). Medida in situ de las características corriente-tensión.**
- **IEC 92093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.**
- **IEC 62548: Strings fotovoltaicos – Requerimientos en el diseño.**
- **IEC 62790: Cajas de conexión para módulos fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.**
- **IEC TS 63049: Sistemas fotovoltaicos terrestres – Guía para asegurar la calidad en la instalación, operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.**
- **EN 50618: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.**
- **IEC 62446-1: Sistemas fotovoltaicos (PV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.**
- **IEC TS 62446-3: Sistemas fotovoltaicos (PV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 3: Módulos y plantas fotovoltaicas – Termografía infrarroja en exterior.**
- **IEC TS 63157: Guías para garantía de la calidad de los equipos de conversión de energía en sistemas fotovoltaicos.**
- **IEC TS 63019: Modelos de información de la disponibilidad de sistemas fotovoltaicos.**
- **IEC TS 63156: Sistemas fotovoltaicos – Condicionantes de la potencia – Métodos de evaluación de potencia.**

Además, los certificados IEC 62804 de cumplimiento de los requerimientos en PID deberán ser obtenidos para los módulos a instalar en la planta fotovoltaica. Durante todos los años de vida útil de la planta fotovoltaica, no habrá PID en ninguno de los módulos. Esto deberá ser ensayado, monitorizado y garantizado por el Contratista. Los ensayos serán auditados por la ITAIPU Binacional o un tercero designado por la ITAIPU Binacional.

Los módulos fotovoltaicos deberán ser ensayados de acuerdo con la norma IEC TS 63126 (en su última revisión) en la condición de Nivel 1.

El Contratista deberá proveer todos los certificados, informes de ensayo y resultados acorde a las siguientes certificaciones, las cuales serán llevadas a cabo por un laboratorio independiente acreditado por ILAC, que será aprobado por la ITAIPU:

- **Certificación del archivo PAN de los módulos de acuerdo con la IEC 61853.**
- **Certificación de los coeficientes de temperatura de los módulos de acuerdo con la IEC 61215:2021 y la IEC 31853 y el contraste con los datos de la ficha técnica del módulo.**
- **Certificación del rendimiento bajo condiciones de baja irradiancia por la IEC 61853, incluyendo un informe detallado de las medidas en interior para el perfil IAM.**

3.4.4.3. Caja de strings

- **IEC 61439-1 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.**
- **IEC 61439-2 Cuadros de distribución de potencia y maniobra.**
- **IEC-60204-1 Seguridad de máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas.**
- **IEC-6100-6-3 Compatibilidad electromagnética. Norma genérica de emisión. Sección 3.**
- **IEC-6100-6-4 Compatibilidad electromagnética. Norma genérica de emisión. Sección 4.**
- **IEC-6100-6-1 Compatibilidad electromagnética. Norma genérica de inmunidad. Sección 1.**

3.4.4.4. Inversores

- **IEC 62109-1: Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 1: Requisitos generales.**
- **IEC 62109-2: Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos particulares para inversores.**
- **IEC 61727. Sistemas fotovoltaicos – Características de la interfaz ≤10 kVA.**
- **UL1741. Estándar para inversores, convertidores y controladores y equipamientos de interconexión de sistemas para su uso en generación distribuida.**
- **IEC 60335-1:2010 Electrodomésticos y otros equipos eléctricos similares – Seguridad – parte 1: Requisitos generales.**
- **IEC 61683-2001 Sistemas fotovoltaicos – Condicionantes de potencia – Procedimiento para la medición de la eficiencia.**
- **IEC 62116: Inversores fotovoltaicos de gran escala interconectados – Procedimientos de ensayo para las medidas de protección anti-isla para inversores fotovoltaicos de gran escala.**
- **IEC 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-3: Límites. Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente asignada <= 16 A por fase y no sujetos a una conexión condicional.**
- **IEC/TS 61000-3-4 Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 3-4: Límites – Limitación de emisiones de corrientes armónicas para equipos con corrientes nominales mayores de 16 A en sistemas de potencia de baja tensión.**
- **IEC/TS 61000-3-5 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-5: Límites. Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente asignada mayor a 75A.**
- **Protección mínima IP 65.**
- **Compatibilidad Electromagnética: 2004/108/EC u otros equivalentes.**
- **NBR IEC 62116: Procedimiento de ensayo antisla para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.**

3.4.4.5. Transformadores

- **IEC 60076 Transformadores de potencia.**
- **IEC 60044-1 Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.**
- **IEC 60044-2 Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.**
- **IEC 60085 Aislamiento eléctrico - Evaluación y designación térmica.**
- **IEC 60137 Aisladores pasantes para voltajes alternos superiores a 1000 voltios.**
- **IEC 60156 Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial.**
- **IEC 60214 Tap-changers.**

- **ASTM D6871-17 Standard Specification for Natural (Vegetable Oil) Ester Fluids Used in Electrical Apparatus.**
- **IEC 62770 Fluids for electrotechnical applications - Unused natural esters for transformers and similar electrical equipment.**
- **IEC 62975:2021 Natural esters - Guidelines for maintenance and use in electrical equipment.**
- **IEC 60354 Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceites.**
- **IEC 60445 Principios básicos y de seguridad de la interfaz hombre-máquina, marcado e identificación.**
- **IEC 60666 Detección y determinación de aditivos específicos en aceites minerales aislantes.**
- **IEC 61378 Transformadores convertidores.**
- **IEC 62535 Líquidos aislantes. Método de ensayo para la detección del azufre potencialmente corrosivo en aceite aislante usado y nuevo.**
- **IEEE/ANSI Estándar C57.12.00 y C57.12.90.**

3.4.4.6. Sistema eléctrico

- **Normas ANDE y ABNT.**
- **IEEE 1547 Estándar para la Interconexión de Recursos Distribuidos con Sistemas de Energía Eléctrica.**
- **IEC 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión**
  - **Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.**
  - **Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV).**
- **IEC 62446, Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.**
- **IEC 62790 Cajas de conexión para módulos fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.**
- **IEC 62305-2 y IEC 62350-3 Estándar para la protección contra descargas atmosféricas.**
- **ANSI Z535 Señales de seguridad de las instalaciones y etiquetas de seguridad del producto.**
- **IEEE 519-2022: Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems.**
- **IEC 61000-3-2:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions.**
- **IEEE 1547-2018: Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems interfaces.**

3.4.4.6.1. Cable eléctrico

- **IEC 62271-102 Dispositivos eléctricos de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.**
- **IEC 50262 Prensaestopas para instalaciones eléctricas.**
- **IEC 60068-2-78 Ensayos ambientales. Parte 2-78: Ensayos. Ensayo Cab: Calor húmedo, ensayo continuo.**
- **IEC 60811 Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 201: Ensayos generales. Medición del espesor de aislamiento.**
- **IEC 60502-2 Cables de alimentación con aislamiento extruido y sus accesorios para voltajes nominales desde 1 kV hasta 30 kV- Parte 2: Cables para voltajes nominales desde 6 kV hasta 30 kV.**
- **IEEE Std400.2-2004 marzo del 2005: Guía para Ensayos En Campo de cables de Potencia Apantallados Usando VLF.**

- **IEEE Std400-2001 enero del 2002 (Revisión de la IEEE Std400-1991) Guía para ensayos en campo y evaluación del aislamiento de cables de potencia apantallados.**
- **NBR 16612: Cables de potencia para sistemas fotovoltaicos, no halogenados, aislados, con cobertura, para tensión de hasta 1,8 kV C.C. entre conductores - Requisitos de desempeño.**

3.4.4.6.2. Dispositivos eléctricos

- **IEC 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).**
- **IEC 60265 Interruptores de alta tensión.**
- **Parte 1: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.**
- **IEC 62271-1 Dispositivos eléctricos de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.**
- **IEC 62271-100 Dispositivos eléctricos de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.**
- **IEC 62271-102 Dispositivos eléctricos de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.**
- **IEC 62271-200 Dispositivos eléctricos de alta tensión. Parte 200: Dispositivos eléctricos bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.**
- **IEC 60420 Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión.**
- **IEC 60282-2 Fusibles de alta tensión.**
- **IEC 60255 Relés de medida y equipos de protección.**

3.4.4.7. Medición energética

- **IEC 62053 Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares.**
- **IEC 60051-1 Instrumentos de medida eléctricos con indicación analógica por acción directa y sus accesorios. Parte 1: Definiciones y requisitos generales comunes a todas las partes.**
- **IEC 62053 Contadores estáticos de energía activa para corriente alterna (clase 0.2).**
- **SMEC - Sistema de Medición Eléctrica Comercial.**

3.4.4.8. Conectores

- **IEC 60309 Tomas de corriente para usos industriales. Parte 1: Requisitos generales.**
- **IEC 62852 Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.**

3.4.4.9. Protecciones

- **IEC 60255, Relés de medida y equipos de protección.**
- **IEC/TR 60755, Requisitos generales de dispositivos de protección operados por corriente residual.**
- **IEC 60947-2, Dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.**
- **IEC 60947-3, Dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.**
- **IEC 60998-1, Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos. Parte 1: Requisitos generales.**
- **IEC 61439-1, Conjuntos de dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.**
- **IEC 61557, Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión hasta 1000 V c.a. y 1500V c.c. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección.**

- **IEC 61643-11, Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.**
- **IEEE C37.91-2008: IEEE Guide for Protecting Power Transformers.**

3.4.4.10. Iluminación y Balizamiento

- **IEC 60529. Grados de protección de las envolventes (IP Code).**
- **IEC 60598. Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.**
- **IEC 61892 Unidades fijas y móviles en el mar. Instalaciones eléctricas.**
- **IEC 62301. Módulos LED para iluminación general - Especificaciones de seguridad.**
- **IEC 62471. Seguridad fotobiológica de lámparas y sistemas de lámparas.**
- **IEC 62504. Iluminación general - Productos de diodo emisor de luz (LED) y equipos relacionados - Términos y definiciones.**
- **IEC 62560. Lámparas LED con balasto propio para servicios generales de iluminación con tensión > 50 V – Seguridad.**
- **IES LM79.**
- **IES LM80.**

3.4.5. Módulos fotovoltaicos

Los requisitos mínimos del módulo fotovoltaico están incluidos en el ANEXO 5.1 "PRUEBAS TÉCNICAS DE LOS PANELES SOLARES". El objetivo de este anexo es definir los requisitos técnicos mínimos para módulos fotovoltaicos. Todas las características técnicas, normas y directrices aplicables (tales como códigos y estándares, requisitos de Normas Internacionales, INTN, ABNT, entre otras).

El Proveedor de los módulos solares deberá contar con representación oficial en Paraguay o Brasil, para garantizar una mejor asistencia en el proceso de compra, así como en la entrega de los suministros.

Se adjunta en el ANEXO 5.6 "LISTADO DE MARCAS DE REFERENCIA" que cumplen con los requisitos mencionados en esta Especificación Técnica a modo referencia.

3.4.5.1. Alcance del suministro

El alcance general del suministro consiste en la provisión, incluyendo todas las certificaciones de calidad, de la siguiente cantidad y tipo de módulos solares definidos a continuación:

Tabla 8: Alcance del CONTRATISTA.

Planta Solar Flotante ITAIPU BINACIONAL	Módulos mono o bifaciales	Potencia nominal mínima
1 MWp	Tipo N	600 Wp

El suministro incluirá la provisión, documentación y certificación, embalaje y transporte al emplazamiento del proyecto de los equipos de acuerdo con los requisitos definidos en estas especificaciones. También incluye todos aquellos elementos no indicados expresamente en este documento, pero necesarios para el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico.

El alcance del suministro y los servicios incluirán mínimamente los siguientes elementos:

- **Suministro de la potencia pico definida.**
- **Plan de control de calidad y programa de puntos de inspección y certificaciones.**
- **Repuestos según definido en el workstatement.**
- **Etiquetado.**
- **Embalaje y envío.**
- **Documentación técnica según lo solicitado en el Apartado 3.4.4.4 "Requisitos Específicos" de estas EETT.**
- **Cables entre módulos solares conectados en serie.**
- **Conectores MC4.**

3.4.5.2. Piezas de recambio

El Contratista deberá proveer mínimamente un 2% a más, de la cantidad del total de módulos fotovoltaicos definidos en el Apartado 3.3.2 "Workstatement", incluidos dentro de la partida de piezas de repuesto, a efecto de una respuesta inmediata en la reposición, lo cual no exime la garantía prevista en el apartado 4.3. (Programa de Garantías).

Además, se incluirá listas (con desglose de precios y cantidades por artículos) de repuestos recomendados para todos los equipos y dispositivos auxiliares suministrados, conforme descripción del Apartado 3.3.2 "Workstatement".

La lista de repuestos deberá estar de acuerdo con el formato del proyecto. La lista incluirá la cantidad recomendada, cantidad instalada, número de referencia del dibujo, posición del dibujo y número de pieza.

Todas las listas de repuestos y consumibles se proporcionarán en formato electrónico.

Las piezas de repuesto deberán cubrir la puesta en servicio y la puesta en marcha.

Estas listas deben incluir como mínimo:

- **Nombre del equipo y número de etiquetado.**
- **Nombre del Contratista original, referencia del Contratista de la pieza, y numero en el plano de ensamblado.**
- **Título del manual de operación y mantenimiento, y el número de referencia si aplica.**
- **Unidad de medida en la que se toman las mediciones (kg, metro lineal, metro cúbico, litros, unidades, etc.)**
- **Precio de la pieza.**
- **Tiempo de espera para su reemplazamiento.**
- **Duración de uso estimada.**
- **Requerimientos especiales de almacenamiento.**

Las cantidades de los recambios a encargar y el momento en el que hacer esos encargos deberán seguir las recomendaciones de ITAIPU Binacional.

El Contratista proporcionará todos los repuestos, piezas de repuesto, todas las herramientas y consumibles necesarios para cumplir con sus responsabilidades, incluida la puesta en servicio y el período de responsabilidad por defectos.

3.4.5.3. Requisitos Generales

Todos los módulos fotovoltaicos a instalar en la PSF deberán ser del mismo fabricante, familia de producto, tipo, tecnología, modelo, serie y clase de potencia. En este sentido se permite suministrar

módulos fotovoltaicos con clases de potencia razonablemente más altas siempre que el fabricante, la familia de productos, el tipo, la tecnología, el modelo y la serie sigan siendo los mismos. Sin embargo, sólo se podrá conectar una misma potencia de módulo fotovoltaico a cada inversor para minimizar las pérdidas por desajuste.

Todos los módulos fotovoltaicos a instalar en la PSF, y todas sus partes, serán estructuralmente idénticos a los probados y aprobados como parte de las certificaciones y de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

Los módulos fotovoltaicos deberán contar con los datos de su prueba de inflamabilidad medidos de acuerdo con IEC 60904 y estos datos deberán cumplir con la tolerancia de potencia indicada en la hoja de datos del módulo. Además, cada módulo fotovoltaico deberá tener una etiqueta de identificación con código de barras que se relacione con su fabricación original y los datos de ensayo según lo dispuesto en el registro de datos de los módulos fotovoltaicos. La etiqueta de identificación cubrirá al menos:

- **Nombre del fabricante del módulo fotovoltaico y de las células solares.**
- **Mes y año de fabricación del módulo fotovoltaico y células solares.**
- **País de origen.**
- **Datos de Curva I-V del módulo.**
- **Potencia, corriente, voltaje y factor de llenado del módulo.**
- **Número de serie y número de modelo únicos del módulo.**
- **Fecha de los certificados IEC y nombre del laboratorio de pruebas que emite dichos certificados IEC.**
- **Cualquier otro dato del módulo requerido por la ITAIPU Binacional.**

Los conectores de corriente continua serán tipo MC4, estos deberán ser resistentes a los rayos UV; al agua: ser del tipo clase II y tener al menos protección IP68, así como cumplir con la IEC 62852. Los módulos fotovoltaicos deben estar equipados con tapas de sellado en sus conectores. La instalación completa deberá cumplir con IEC 62738. El cable del módulo fotovoltaico debe estar certificado para el código de tipo H1Z2Z2-K TÜV o equivalente (aplicable para cable desde la caja de conexiones al conector tipo MC4 de los módulos fotovoltaicos).

Los materiales seleccionados por el Contratista deberán demostrarse adecuados y suficientes para la vida útil del proyecto. No se permiten en el proyecto equipos o productos que contengan los siguientes materiales:

- **Amianto.**
- **Bifenilo policlorado.**
- **Cromo hexavalente.**
- **Mercurio.**
- **Además de todos aquellos que figuran en las normativas de aplicación como materiales nocivos para la salud de las personas y el medioambiente.**

o se permitirá el uso de materiales usados o reacondicionados en la PSF. Todos los equipos utilizados involucrados indirectamente en el proyecto deberán ser de diseñados para el uso previsto del equipo.

Si aplica y se diere el caso, durante la fabricación de cualquier equipo para la planta solar fotovoltaica, ITAIPU Binacional se reserva el derecho de realizar visitas aleatorias a las fábricas de producción además de las visitas planificadas. Los resultados de todas las visitas serán considerados por el Contratista y el fabricante.

3.4.5.4. Requisitos Específicos

La provisión y prueba de los módulos solares se realizarán de acuerdo con las normas indicadas en estas EETT y cumplirá los requisitos técnicos que se enumeran a continuación. Un hecho importante a tener en cuenta es que los conectores MC4 están dentro del alcance del suministro.

- **Los módulos solares serán de silicio monocristalino.**
- **Los módulos solares serán mono o bifaciales. Todos los paneles serán del mismo tipo, marca y modelo.**
- **El vidrio frontal y posterior debe ser vidrio semitemplado de mínimamente 2,0 mm de espesor según las normas IEC.**
- **Contarán con una garantía anual de degradación de energía lineal según lo definido en la sección 4.4.**
- **Cumplen los criterios de la clase de protección II.**
- **El rango de temperatura de funcionamiento cubrirá al menos -20ºC a +85ºC.**
- **La tolerancia de potencia nominal de cada panel individual será de 0~+5W.**
- **Los módulos solares deberán contar con un test de ensayo de fábrica que deberá respetar la tolerancia de potencia indicada anteriormente.**
- **Las garantías del módulo fotovoltaico serán totalmente compatibles con el sistema de limpieza de módulos definido en el Apartado 3.3.2 "Workstatement" -**
- **Los marcos del módulo fotovoltaico estarán fabricados con una aleación de aluminio marino resistente a corrosión, aleación de aluminio 5086 o similar.**
- **La resistencia a la corrosión por niebla salina de los módulos deberá cumplir todos los requisitos de la norma IEC 61701 Nivel de gravedad 6.**
- **Los módulos solares estarán protegidos contra los efectos del ambiente marino y los agentes corrosivos, entre los que se incluyen, la corrosión por niebla salina. El Contratista deberá realizar cualquier ensayo solicitado por la ITAIPU Binacional para acreditar esta protección. Estas pruebas serán auditadas por la ER.GP y/o cualquier otro tercero según los requisitos y necesidades establecidas.**
- **La resistencia de carga estática del lado frontal no será inferior a 5400 Pa.**
- **Los módulos serán suficientemente resistentes para soportar el peso y funcionamiento de las máquinas de limpieza.**
- **Los archivos PAN de los módulos fotovoltaicos deberán ser certificados por un tercero externo de acuerdo con la norma IEC 61853.**
- **Cada módulo tendrá su etiqueta de identificación con código de barras que se relaciona con sus datos de fabricación y test, como los proporcionados en el registro de datos de los módulos.**
- **Será puesto a tierra el polo negativo del string. Se proporcionarán módulos anti-PID certificados. Durante toda la vida útil de la planta, en los módulos fotovoltaico no habrá degradación potencial inducida (PID). Este hecho será examinado, monitoreado y garantizado por el Contratista. Además, el Contratista deberá realizar las pruebas y presentar certificados que solicite ITAIPU Binacional.**
- **El fabricante del módulo solar deberá ofrecer una garantía de rendimiento lineal durante 30 años, incluyendo las pérdidas por degradación.**
- **Los módulos fotovoltaicos deberán incluir la clasificación de clase C contra incendios.**
- **El conductor del cable será de cobre estañado electrolíticamente, clase 5 según IEC 60228.**

Tabla 9: Características de referencia de los módulos solares.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS EN STC	Unidad	Valor
Potencia nominal mínima (Pn)	Wp	600
Eficiencia mínima del módulo	%	22

PROPIEDADES MECÁNICAS	Unidad	Valor
Tipo de celda	-	TOPCon N-Type
Marco	-	Aleación de aluminio anodizado Protección anticorrosión
Grado de protección caja de conexiones	-	IP68
Sección mínima de los cables	mm²	4/6/10
Longitud mínima del cable	mm	(+) 350 y (-) 200
Conector	-	MC4 Compatible
Presión frontal mínima soportable	Pa	5400
PROPIEDADES EN OPERACIÓN	**Unidad**	**Valor**
Temperatura de operación	ºC	-20 a +85º
Voltaje máximo soportable	V	1500 (IEC)
Calibre del fusible operación en serie	A	25
Tolerancia en potencia	W	0-5
COEFICIENTES	**Unidad**	**Valor**
Coeficiente máximo de temperatura de Pmax	%/ºC	-0.3
Coeficiente de temperatura de Voc*	%/ºC	-
Coeficiente de temperatura de Isc*	%/ºC	-
Temperatura de operación nominal de las celdas - NOCT	ºC	41±3
Degradación máxima anual	%/y	-0.4
Pérdidas LID máximas	%	-1.2

***No se especifican valores de referencia, puesto que pueden diferir según el modelo escogido. Son mencionados para resaltar su importancia en el momento de la selección del módulo fotovoltaico.**

3.4.5.5. Protección contra la corrosión

Todos los equipos deberán estar protegidos contra el ambiente y todos los efectos corrosivos de éste. El Contratista deberá proporcionar todos los certificados necesarios para demostrar esta protección.

El Contratista deberá conocer y considerar la posible corrosión en el emplazamiento debido al ambiente o condiciones climáticas severas. El concepto de protección contra la corrosión cubrirá las medidas y detalles de protección contra la corrosión necesarios para el diseño, así como los programas de mantenimiento requeridos durante la vida útil de la PSF.

Todas las estructuras civiles y equipos eléctricos deberán cumplir con la norma ISO 12944 para revestimientos, incluida la última versión ISO 12944-9 y todos sus apéndices. Los criterios de durabilidad del revestimiento se seleccionarán en función de la vida útil de diseño de las plantas

C4VH (Muy Alta ≥ 25 años). Los cálculos relacionados con el estudio de la corrosión serán presentados por el Contratista para su revisión y aprobación por parte de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

No se permitirá cortar, perforar, soldar, doblar, remachar, roscar u operaciones similares después del galvanizado y se tendrá cuidado al transportar, manipular y fijar el material galvanizado para evitar daños al revestimiento de zinc. En ninguna circunstancia se reparará el revestimiento de zinc con pintura inhibidora de óxido.

3.4.5.6. Documentos a Entregar

El Contratista deberá entregar los siguientes documentos listados a continuación para todos los equipos y accesorios. Tener en cuenta toda la documentación respaldatoria requerida en el ANEXO 5.1 "PRUEBAS TÉCNICAS DE LOS PANELES SOLARES" de estas EETT.

Tabla 10: Documentación a recibir del Contratista.

Ítem	Descripción
1	General
1.1	Aceptación por escrito de la especificación técnica
1.2	Lista de documentos
1.3	Clarificación y lista de desviaciones
1.4	Referencias de proyectos similares
1.6	Test en fabricación
1.7	Piezas de repuesto y herramientas especiales
1.8	Manual de instalación
1.9	Manuales de operación y mantenimiento
1.10	Requisitos de área del emplazamiento
1.11	Instructivo de sistema de limpieza de módulos fotovoltaicos.
2	Planos
2.1	Planos acotados, con detalles de anclajes, conexiones eléctricas y peso.
3	Documentación técnica
3.1	Fichas técnicas
3.2	Curvas (curva de potencia nominal de los módulos solares relacionada con la temperatura ambiente y otras)
3.3	Archivos PAN
4	Listados
4.1	Listado de documentación
4.2.	Lista de materiales y componentes, incluyendo referencia, tipo, función y fabricante.
5	Documentación de Calidad [5]
5.1	Programa de gestión de calidad
5.2	Inspección certificada y resultados
5.3	Inspección y planificación de ensayos
5.4	Procedimiento de inspección visual
5.5	Procedimientos de ensayos de energía

Ítem	Descripción
5.6	Procedimientos de inspección con luminiscencia
5.7	Procedimientos de pruebas PID
5.8	Procedimientos de pruebas LID
5.9	Procedimientos de pruebas de degradación inducida por luz y temperatura elevada
5.10	Informe de ensayos
5.11	Informe de resultados de inspección visual
5.12	Informe de resultados de inspección con luminiscencia
5.13	Informe de resultados de pruebas de degradación inducida por luz y temperatura elevada
5.14	Certificado de pérdidas LID
5.15	Certificado de pérdidas PID
5.16	Certificados IEC 61215:2021 & 611730
5.17	Certificado de potencia máxima
5.18	Certificado CE
5.19	Certificado Clase II
5.20	Garantía de degradación del modulo
5.21	Resto de certificados IEC
5.22	CDF (Construction Data Form)
5.23	FATs (Factory Acceptance Test)

3.4.6. Caja de strings (si aplica)

Las cajas de strings sirven para conectar las cadenas de módulos en paralelo y formar así los nodos que irán a cada entrada del inversor. En estas cajas también se incluyen las protecciones necesarias para la parte en corriente continua de la planta. Solo son necesarias en el caso de una instalación con configuración Central Inverter.

Las cajas pueden ser fabricadas por cualquier fabricante de cuadros eléctricos de BT. Las características típicas de una caja de strings se muestran en la siguiente tabla, en este caso, se ha considerado un modelo de un fabricante de referencia.

El número de cajas necesarias para esta planta depende del número total de cadenas y tamaño de cada una de ellas.

Tabla 11. Características de las cajas de strings.

Característica	Valor	Unidades
Tensión de entrada CC (Un)	1500	Vdc
Corriente máxima de entrada (Inc)	20,4	A
Corriente de entrada por input	1,2*Inc	A
Entradas	16/24	-
Interruptor automático	400	A
Sección cable de entrada	0,75-25	mm2
Sección máxima cable de salida	300	mm2
Corriente del fusible de entrada (In)	20	A
Rango de temperatura de operación	-40º - +60º	°C
Dimensiones	1035x835x300	mm

Característica	Valor	Unidades
Altitud máxima sin 'derating'	3000	m

Además de todos aquellos componentes que fueran necesarios para una correcta y segura operación, los siguientes componentes principales serán necesarios:

- **Envolvente de poliéster reforzada con fibra de vidrio.**
- **Fusibles y portafusibles en entrada de cable de strings.**
- **Interruptor automático en carga a la salida de cable a inversor.**
- **Descargador de sobretensiones.**
- **Monitorización de corriente de strings y sistema de comunicación.**

3.4.6.1. Envolvente

En cuanto a los requisitos técnicos para la envolvente de las cajas de string serán los siguientes:

- **La envolvente será de poliéster reforzada con fibra de vidrio, resistente a la alta temperatura.**
- **El nivel de aislamiento de la envolvente será de IP 66 como mínimo, considerando también los prensaestopas de entrada y salida de cables y el filtro anti-condensación.**
- **La entrada de cables de string será por conectores tipo "multicontact" en la parte inferior de la caja aptas para un calibre de cable de string de 4 mm^2.**
- **La salida de cables estará protegida mediante prensaestopas con el calibre y la protección IP adecuada para cumplir con la IP indicada para el cuadro. Los cables de salida serán de 300 mm^2.**
- **La caja tendrá previsto un conector de puesta a tierra de mínimo 35 mm^2.**

3.4.6.2. Fusibles a la entrada de los strings

Las cajas de string tendrán de 16 a 24 entradas protegidas con fusibles, tanto en el polo positivo como en el negativo, de modo que se cumplan los siguientes requisitos:

- **Los fusibles serán cilíndricos, de dimensiones 10x85 mm, curva de fusión gPV (EN 60269-6) y aptos para servicio en CC a 1500 Vcc.**
- **Los fusibles irán instalados en una base portafusible apta para montaje en carril DIN.**
- **La intensidad nominal de los fusibles será de 20 A.**
- **Los portafusibles de polo positivo estarán agrupados entre ellos y convenientemente separados de los portafusibles del lado negativo de modo que se minimice el riesgo de arco eléctrico. Los portafusibles serán unipolares.**
- **Habrá un máximo de 48 fusibles/portafusilbles, 24 para polo positivo y 24 para polo negativo.**
- **Los cables de entrada en la base portafusible serán de 4 mm2, diámetro máximo de 6 a 8 mm.**

3.4.6.3. Interruptor automático

Habrá un único interruptor automático en carga con el fin de aislar la caja del inversor e interrumpir la intensidad total de la caja incluso en carga. Las características principales de dicho interruptor serán las siguientes:

- **La intensidad nominal del interruptor será de 400 A para una caja de máximo 24 strings, corte en los dos polos, apto para uso en continua a tensión nominal de 1500 Vcc.**
- **El interruptor tendrá una maneta de fácil manejo para corte del circuito con movimiento de la mano a 90º. La maneta será interior al cuadro.**
- **La salida del interruptor dispondrá de pletina de cobre apta para la conexión de los dos cables de salida (sección máxima de 300 mm²).**

3.4.6.4. Descargador de sobretensiones

Se montará en la caja de strings un descargador de corrientes de rayo con las siguientes características:

- **El dispositivo deberá ser de tipo I para descargar corriente de rayo.**
- **Tensión constante máxima de 1500 Vcc.**
- **Corriente transitoria máxima de 40 kA**
- **Indicador de estado del descargador.**
- **Configuración en Y.**

3.4.7. Inversores

El objetivo de esta sección de las EETT es definir los requisitos técnicos para la adquisición de inversores fotovoltaicos. Todas las normas y directrices aplicables (tales como normas técnicas nacionales, reglamentos locales, normas de seguridad, instrucciones de los fabricantes de los equipos a montar) deben ser consideradas además de esta especificación y los requisitos mínimos más estrictos deben ser respetados por el Contratista.

3.4.7.1. Alcance del suministro

El alcance del presente pliego comprende todos los elementos necesarios para el suministro de los inversores fotovoltaicos que componen la instalación.

El suministro incluirá:

- **Inversores fotovoltaicos para una planta de 1 MWp de potencia nominal.**
- **Celdas de Baja Tensión (BT) para una planta de 1 MWp potencia nominal.**
- **Todos y cada uno de los transportes necesarios para el suministro de los equipos en el emplazamiento.**
- **Construcción, Montaje y puesta en servicio.**
- **El software de parametrización del inversor y su respectiva licencia deben suministrarse con el equipo.**
- **Informe de modelización de inversores fotovoltaicos para simulaciones de transitorios electromagnéticos.**
- **Control de calidad y verificación del cumplimiento de los requisitos.**
- **Documentación mínima a entregar: catálogo, manual de instalación, manual de operación y mantenimiento, certificado de garantía y certificados de conformidad con las normas necesarias.**

El número de inversores a suministrar por unidad generadora debe definirse en base a los siguientes supuestos:

1) **En el caso de inversores string, el dimensionado de los inversores a suministrar debe estar dentro del rango de potencia nominal de 100 kW a 350 kW (derating >= 40°C)**

2) **En el caso de inversor central, el dimensionado del inversor debe ser mínimamente de 1 MW de potencia nominal (derating >= 40°C)**
3) **La potencia total del inversor debe ser de mínimamente 1 MW considerando la suma de la potencia nominal de todos los inversores.**

Todos los inversores fotovoltaicos que se suministren deberán estar diseñados para garantizar la plena funcionalidad de la Planta Solar Flotante durante una vida útil de al menos 30 años.

La elección de la configuración del inversor será definida en el Apartado 3.3.2 "Workstatement", con base a la experiencia, confiabilidad, optimización de la producción y estudio preliminar económico.

A partir del ANEXO 5.6 "LISTADO DE MARCAS DE REFERENCIA", se puede visualizar una lista de marcas que cumplen con los requisitos mencionados en esta Especificación Técnica a modo referencia.

3.4.7.2. Características

La calidad de los equipos suministrados debe ser controlada para cumplir con las directrices de diseño de ingeniería incluidas en las normas y códigos enumerados en los Apartados 3.3.2 "Workstatement" y 3.4.4.4 "Inversores", relativo a la normativa y certificados de aplicación.

Los inversores deben funcionar atendiendo a las condiciones climáticas del emplazamiento (Véase Apartado 2.1.4 "Información meteorológica y del embalse" de las presentes especificaciones técnicas). Los inversores deben ser adecuados para entornos con alta humedad, como la instalación en la PSF.

Los inversores deben instalarse en un lugar adecuado y de fácil acceso, de forma que los equipamientos puedan ser inspeccionados por la Fiscalización de la ER.GP de la IB. Constructivamente, deben cumplir los criterios de la NR-10 "Seguridad Eléctrica" y la norma paraguaya NP 2 028 13 "Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión".

Los inversores deben basarse en la última tecnología disponible, como los IGBT u otra tecnología reconocida en el mercado.

Los inversores deberán limitar automáticamente la potencia de exportación a una consigna definida (set point) y podrán funcionar automáticamente en situaciones de arranque, parada y detección de fallas.

El fabricante del inversor debe tener en Paraguay y/o Brasil una representación oficial y deberá contar con un equipo de asistencia técnica especializada para proporcionar un rápido cumplimiento de las garantías contractuales y una mayor facilidad y agilidad en la prestación de servicios de mantenimiento.

Además, deben cumplir los siguientes requisitos técnicos:

- **Si el Contratista decide optar por inversores string, estos deberán ir colocados en la isla flotante, colocados de tal manera que se intente optimizar las distancias de los strings que tiene asociados (metros de cable). Si decide optar por Central Inverter, deberán ir colocados en el PD, junto al transformador de potencia, salvo sea prevista una mejor alternativa el cual estará sujeto a análisis y aprobación de la Fiscalización de la ER.GP de la ITAIPU Binacional.**
- **Los inversores deben estar protegidos contra las inclemencias del tiempo, la exposición directa a la luz solar y la exposición a altas temperaturas en sus proximidades, además de disponer de suficiente espacio para la disipación del calor, con el objetivo de evitar el *derating* (pérdidas de potencia debidas a factores del entorno, calor, tensión o la altura que pueden comprometer o detener la producción de los inversores).**

- **Cada inversor preferentemente debe disponer de un panel de control accesible para el operador (HMI) con una pantalla antirreflectante. Si el modelo de inversor no dispone de HMI, ni siquiera como opción accesoria, deberá disponer de un sistema de monitorización local vía bluetooth, wifi o similar.**
- **El manual de operación y mantenimiento del inversor debe ser suministrado en "español", "portugués" e "inglés".**
- **El inversor debe estar equipado con comunicación compatible, según lo exija el monitoreo (SCADA).**
- **El sistema de protección anti-isla debe cumplir con la norma IEC 62116:2012 - Procedimiento de ensayo anti-isla para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados a la red.**
- **Cada entrada de CC correspondiente a 01 (un) MPPT (seguimiento del punto de máxima potencia) debe tener un dispositivo interno de protección contra sobretensiones de CC Clase 2 en esa entrada de CC. Este dispositivo debe estar conectado a la toma de tierra/sistema equipotencial**
- **La salida de CA del inversor debe tener un dispositivo interno de protección contra sobretensiones de clase 2. Este dispositivo debe estar conectado a la toma de tierra / sistema equipotencial.**
- **La tensión de salida de los inversores debe ser compatible con el lado de baja tensión del transformador de acoplamiento.**

Para posibilitar la conexión de los inversores string de cada unidad generadora al transformador de acoplamiento, deberán ser suministradas celdas de baja tensión (BT), de acuerdo con la disposición a ser propuesta por el Contratista. El fabricante deberá cumplir todos los requisitos reglamentarios establecidos por las normas ABNT NBR y/o INTN para las celdas, equipos y materiales en el interior de la celda.

Los interruptores principales de las celdas deben ser del tipo ACB (Air circuit breaker) y MCCB (Moulded case circuit breaker). Las celdas de baja tensión deben incluir las siguientes protecciones eléctricas:

- **ACB (Air circuit breaker): la celda de BT debe disponer de un interruptor general que actúe en carga, con protección contra cortocircuito y sobrecarga. Este dispositivo puede controlarse a distancia (apertura/cierre).**
- **MCCB (Disyuntor de caja moldeada): Deben preverse disyuntores de caja moldeada para la protección de entrada de cada inversor de string, compatibles con la corriente máxima del inversor y otras condiciones de fallo previstas en el proyecto, con protección contra sobrecorrientes, cortocircuitos y apertura en carga.**
- **SPD (Dispositivos de protección contra sobretensiones): un dispositivo SPD Tipo I+II por barra de CA.**

Las celdas de baja tensión deben cumplir los siguientes requisitos técnicos:

- **Sección nominal máxima de los conductores de las celdas de baja tensión: 300 mm² por fase.**
- **Funcionamiento a la intemperie, con protección contra la radiación UV.**
- **Disponer de un dispositivo de control de temperatura y humedad o del sistema correspondiente para evitar la condensación de agua en el interior del armario.**

- **Señalización necesaria para el funcionamiento en condiciones operativas: presencia de tensión, posición de interruptores ACB, funcionamiento de inversores, entre otros, observando los criterios de la NR-10 y norma Paraguaya de Baja Tensión.**

3.4.7.3. Requisitos técnicos

El objetivo de esta subsección de las EETT es definir los requisitos técnicos para la adquisición de inversores fotovoltaicos. Todas las normas y directrices aplicables (tales como normas técnicas nacionales, reglamentos locales, normas de seguridad, instrucciones de los fabricantes de los equipos a montar) deben tenerse en cuenta además de esta especificación y el Contratista debe respetar los requisitos mínimos más estrictos.

Los inversores deben funcionar a una temperatura ambiente de unos 30ºC con una humedad relativa del 90%. Los inversores deben ser adecuados para entornos difíciles con alta humedad, como la instalación en plantas fotovoltaicas flotantes. Las características técnicas de los inversores a suministrar deben ser controladas para cumplir con las directrices de diseño de ingeniería incluidas en las normas y características citadas en la siguiente tabla:

Tabla 12. Características técnicas de los inversores fotovoltaicos.

Características técnicas - Inversores fotovoltaicos			
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Requisito**
1	Características generales de los inversores fotovoltaicos		
1.1	Tecnología.		Inversor Central o String Inverter
1.2	Topología.		Transformerless
2	Características del inversor		
2.1	Potencia nominal.	kW	> 1 MVA Central Inverter 100 - 350 kW Inversor String
2.2	Reducción de la potencia nominal por temperatura (derating).	°C	+ 40º (o superior)
2.3	Tensión máxima de entrada.	Vcc	≤1500
2.4	Tensión nominal de salida.	Vac	400 – 800
2.5	Rendimiento mínimo.	%	≥ 98,8%.
2.6	Eficiencia del inversor.	%	≥ 98%
2.7	Temperatura mínima de funcionamiento.	°C	-30º
2.8	Temperatura máxima de funcionamiento.	°C	+ 60º
2.9	Concepto de refrigeración.		Control de la temperatura por convección natural o refrigeración forzada
2.10	Conexión (Topología).		3F+PE | 3F+N+PE
2.11	Frecuencia de salida.	Hz	50
2.12	Tasa de distorsión armónica de la corriente de salida.	%	< 3%
2.13	Rango de ajuste del factor de potencia.		± 0,8
2.14	Interfaz de comunicación.		RS485 o Ethernet
2.15	Protocolo de comunicación.		Modbus RTU/TCP
2.16	Grado de protección.		IP 66 o superior, ver nota 1
2.17	Protección contra la corrosión (ISO 12944).		C4 (Alta corrosividad)

Ítem	Descripción	Unidad	Requisito
2.18	Protección contra sobretensiones (c.c.).		Clase II o I/II
2.19	Protección contra sobretensiones (c.a.).		Clase II o III
2.20	Interruptor-seccionador de CC capaz de funcionar con carga nominal.		Exigida
2.21	Adquisición continua de datos para el sistema de control de los parámetros técnicos definidos, incluidos los eventos y el estado.		Exigida
2.22	Interfaz de conexión con el sistema de control mediante protocolos y sistemas de conexión definidos en las especificaciones del sistema de control.		Exigida
2.23	Potencia reactiva: control de la tensión en el punto de conexión.		Exigida
2.24	Limitación de la generación.		Exigida
2.25	Tasa de carga.		Exigida
2.26	Potencia reactiva sin corriente continua.		
2.27	Garantía de fabricación.		Mínimo 5 años

1) La tensión de salida de los inversores debe ser compatible con el lado de baja tensión del transformador de acoplamiento.
2) El fabricante del inversor debe contar con asistencia técnica en Paraguay y/o en Brasil.
3) La interfaz y el protocolo de comunicación deben ser compatibles con lo previsto en el Apartado 3.5.3 “Sistema de Gestión y Adquisición de Datos”.

Nota 1: En caso de inversores centrales a ser instalados bajo techo y resguardados de las inclemencias del tiempo, se aceptará IP 54 como mínimo.

3.4.8. Transformadores

3.4.8.1. Requisitos Técnicos

En este apartado se presentan los requisitos técnicos mínimos que deben tener los transformadores de potencia formarán parte del sistema.

Para los transformadores con un cambiador de tomas fuera de circuito (OCTC), se debe proporcionar una cubierta atornillada en la rueda manual del OCTC con instrucciones junto con;

1) el suministro de un candado con llave universal (en lugar de sólo un candado) y
2) una placa de acero inoxidable de advertencia clara que se agregará por encima de la rueda del cambiador de tomas: "Peligro - No accione el cambiador de tomas cuando el transformador esté energizado" en mayúsculas.

No se utilizará la galvanización en ninguna zona del tanque, de los accesorios del tanque o de los refrigeradores que estén en contacto con el aceite durante el servicio normal.

El cableado auxiliar (en particular el de protección) se instalará en conductos metálicos sellados y las tuberías de pequeño calibre que se llevan en el tanque o la tapa del tanque estarán adecuadamente protegidas contra la lluvia, los daños mecánicos y el derrame de aceite.

Para todos los transformadores, todos los informes de las pruebas de rutina y de aceptación se proporcionarán después de la fase de puesta en marcha (y antes de la energización), incluyendo pero no limitándose a la resistencia del aislamiento, la relación, la polaridad, los resultados de las pruebas del cambiador de tomas, el tangente delta y la prueba de capacitancia de los pasamuros de

AT, SFRA (*Sweep frequency response análisis* IEEE, IEEE C57.149), DFRA (*Dielectric Frequency Response to Assess*, IEEE Std. C57.161–2018) y el análisis de las muestras de aceite, en línea con las normas internacionales y las mejores prácticas de la industria.

En el caso de los transformadores de ONAN, éstos deberán cumplir con lo siguiente:

- **La gestión de las fugas y derrames debe ser canalizada hacia un interceptor, o en su defecto, seguir la normativa vigente o recomendaciones de ITAIPU Binacional. Por otro lado, el Contratista deberá demostrar el cumplimiento de los planes ambientales y de los permisos correspondientes.;**
- **Válvulas de drenaje para que la unidad completa y también los radiadores individuales se puedan separar sin interferir con el aceite del tanque principal;**
- **Dispositivos de muestreo de aceite con válvulas bloqueables en el fondo del tanque principal del transformador, de manera que se puedan tomar muestras de aceite con el transformador activado. El muestreo en la parte superior del transformador incluirá un tubo de alimentación descendente y una válvula para permitir la recogida de muestras de aceite en el fondo del tanque (a no más de 1,2 metros del nivel del suelo).**

En el caso de los transformadores de tipo seco, éstos se instalarán en el interior de una sala o recinto con aire acondicionado.

En el ANEXO 5.6 "LISTADO DE MARCAS DE REFERENCIA" se detallan algunas de las marcas que cumplen con los requisitos mencionados en estas EETT, para la provisión de equipos, resaltando que son a modo referencia.

3.4.8.2. Transformadores MT/BT

Los transformadores MT/BT serán:

- **Los transformadores deben ser trifásicos, del tipo PADMOUNTED (ONAN), con conexión delta en el primario y estrella con neutro sólidamente aterrado en el secundario, encapsulados a vacío en resina epoxi, polaridad sustractiva y desfase angular de 30°(Dyn1).**
- **OBS.: internamente los transformadores PADMOUNTED deben tener grado de protección, dentro de carcaza metálica mínimo IP-55.**
- **De diseño probado, tipo lleno de aceite vegetal o seco, con refrigeración ONAN, diseñados y equipados con un cambiador de tomas de circuito cerrado (OCTC);**
- **Cumpliendo con los códigos y regulaciones locales en términos de variación de voltaje y frecuencia como se requiere en el Código de la Red.**
- **Cumple con las normas IEC 60076 y NBR 5356 en lo que respecta a la consideración del diseño y las normas de fabricación, IEC 60214 para el cambiador de tomas, IEC 60354 para la carga del transformador, IEC 60137 para el casquillo del transformador, clase de aislamiento A según la norma IEC 60085, las normas de Diseño Ecológico y la Regulación de la UE Nº 548/2014 - Pérdidas según el nivel 1 (2015).**
- **Probado en fábrica de acuerdo con los requisitos de las últimas publicaciones IEC 60076 o las normas IEEE C57.12.00 y C57.12.90.**
- **Pruebas de tipo de acuerdo con la última IEC, pero se puede renunciar a la prueba de tipo si el fabricante proporciona un certificado de que dichas pruebas se han realizado en un transformador idéntico. Sin embargo, cualquier cambio en la configuración del devanado requerirá que se repita la prueba de tipo. Se entiende como prueba de tipo aquella en la que se prueba que el transformador cumple con las especificaciones y expectativas de diseño. Dichas pruebas se realizan en las instalaciones del fabricante, inicialmente en una unidad aleatoria de un lote de producción. El resultado de estas confirma los criterios de diseño principales y básicos de un lote de producción.**

- **Capaz de soportar los efectos térmicos y dinámicos causados por las corrientes de cortocircuito externas sin sufrir daños cuando funciona en cualquier posición de toma, de conformidad con la norma IEC 60076-5.**
- **Capaz de funcionar continuamente sin ninguna anormalidad en cualquier posición de toma a los kVA nominales sin exceder el aumento de temperatura según las normas IEC pertinentes.**
- **Capaz de suministrar su salida nominal en todas las posiciones de toma sin exceder el aumento de temperatura nominal. El aumento de la temperatura del aceite y del devanado se ajustará según las condiciones del lugar de referencia, es decir, con una temperatura máxima diurna de 40°C.**

Las características técnicas de los transformadores MT/BT a suministrar deben ser controladas para cumplir con las directrices de diseño de ingeniería incluidas en las normas y características citadas en la siguiente tabla:

Tabla 13. Características técnicas de los transformadores de MT/BT.

Características técnicas – Transformadores MT/BT			
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Requisito**
1	Características generales de los transformadores MT/BT		
1.1	Instalación		Aire libre o interior
1.2	Enfriamiento		ONAN
2	Características del transformador		
2.1	Potencia nominal mínima	kVA	630 kVA. La capacidad de sobrecarga del 110%
2.2	Frecuencia	Hz	50
2.3	Número de fases		3
2.4	Número de bobinas		Máximo 3 (2 de LV y 1 de HV)
2.5	Capacidad sobrecarga		Según IEC 60076
2.6	Clase aislamiento		Clase A
2.7	Máxima humedad ambiental	%	100
2.8	Temperatura ambiente máxima	°C	+ 40º
2.9	Eficiencia		≥ 98.50 % a 100% Carga @ PF = 1
			≥ 98.80% a 75% Carga @ PF = 1
			≥ 99.00% a 50% Carga @ PF = 1
2.10	Conexión (Topología)		3F+PE | 3F+N+PE
2.11	Garantía mínima del producto		Mínimo 5 años
2.12	Vida útil mínima		30 años

- **Tipo, de acuerdo con el número de fases Trifásico**
- **Tensiones nominales, valor eficaz:**
  - **Primario valores de tensión entre fases:**
    - **1. Posición 1** **24.045 V**
    - **2. Posición 2 (principal)** **22.900 V**
    - **3. Posición 3** **21.755 V**
    - **4, Posición 4** **20.610 V**
  - **. Secundario (valor de referencia, debe ser compatible con el voltaje de salida del inversor):**
    - **1. Entre fases** **400 V**
    - **2. Entre fase y neutro** **231 V**
- **Tensión soportada de impulso atmosférico., valor de cresta:**
  - **1. Primario** **≥ 125 KV**

- 2. Secundario ≥ 30 KV
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto, vapor eficaz:
  - 1. Primario ≥ 50 KV
  - 2. Secundario ≥ 10 KV
- Tensión inducida de corta duración, valor eficaz:
  - 1. Primario: ≥ 45,8 KV y ≤ 50 kV
- Factor de disipación del aislamiento (factor de potencia) @ 20° C: ≤ 1,2 %
- Frecuencia nominal 50 Hz
- . Grupo de conexión; Dyn 1
- Nivel de aislamiento:
  - 1, Primario 25 kV (BIL 125)
  - 2. Secundario 1,2 kV (BIL 30)
- Máxima elevación de temperatura:
  - 1. De los bobinados, determinada por variación de la resistencia eléctrica 55°C
  - 2. De la superficie del aceite 50°C
  - 3. Del punto más caliente de los bobinados 65°C
- Una vez que el transformador esté con sus puertas cerradas no deberá permitir el acceso o retiro de algún elemento externo, tales Miro tornillos, válvulas, etc.
- El transformador debe ser construido de manera a no permitir la acumulación de agua en la parte superior de la tapa, en condiciones normales de servicio.

Bobinados:

- Bobinado primario (Media Tensión):
  - Material: El bobinado primario debe estar constituido por conductor de cobre o aluminio, de sección circular, esmaltado, clase de temperatura A (105 °C), como mínima
  - Construcción: El bobinado primario debe estar constituido por secciones (paquetes o galletas) o ser continuo.
  - Los conductores de interconexión entre los respectivos aisladores pasantes y las bobinas primarias deben ser multifilares y flexibles.
  - La aislación de los bobinados debe ser uniforme.
- Bobinado secundario (Baja Tensión):
  - Material: El bobinado secundario debe estar constituido por conductor de cobre de sección circular, conductor de cobre de sección rectangular con aristas redondeadas, conductor de aluminio de sección circular, conductor de aluminio de sección rectangular con aristas redondeadas (pletina), láminas de cobre con aristas redondeadas o láminas de aluminio (hoja, folio o fleje).
  - Las espiras deben estar aisladas entre sí mediante esmalte o papel kraft, o la combinación de ambos, clase de temperatura (105° C), como mínimo.
  - La aislación de los bobinados debe ser uniforme

Núcleo:

- Material: El núcleo debe estar constituido por chapas de acero silicio, con granos orientados y laminadas en frío.

Nivel de ruido:

- . El nivel de ruido no debe exceder los valores indicados en la Tabla 3.4.7.2_1.

Tabla 3.4.7.2_1: Nivel de ruido

Potencia Nominal (kVA)	Nivel máximo de ruido (dB)

150	55
300	55
500	56

Bornes *de* Media Tensión

- **Tensión Nominal** **23 kV**
- **Corriente Nominal** **200 A**
- **Nivel de aislación:** **125 kV (BIL)**

3.4.8.3. Transformador para Servicios Auxiliares (SS.AA)

El transformador para Servicios Auxiliares (SS.AA) atenderá la alimentación al Puesto de Distribución (PD) y la sala de control y monitoreo de la PSF, en caso de fallas en el suministro de energía eléctrica de la red de la SEMD y a fin de mantener una fuente de tensión alternativa para identificación de fallas a partir del sistema de monitoreo y control por la pérdida de carga eventual.

La ITAIPU Binacional proveerá la alimentación en BT para Servicios Auxiliares, hasta el tablero correspondiente, siendo responsabilidad de la Contratista la conexión al mismo. Ver ANEXO 5.4 "DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL".

3.4.9. Equipamiento de la Sala de Celdas 23 kV

La planta solar flotante piloto se conectará en 23 kV a una celda de media tensión con interruptor, en la sala de celdas de 23 kV en el área prioritaria. Esta sala está compuesta por una serie de celdas descritas en el documento ANEXO 5.7 "SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN MT ÁREA PRIORITARIA MD – DIAGRAMA UNIFILAR".

En este documento se detalla la función que cumple cada una de las ocho celdas, así como el tipo de celda. El desglose de celdas es el siguiente:

1- **Fuente: Celda 1 SM6 IM 630 A. Celda para la entrada de energía desde la SEMD.**
2- **Fuente: Celda 2 SM6 IM 630 A. Celda para la entrada de energía desde la SEMD.**
3- **Medición: SM6 CM50A. Celda 3 de medición.**
4- **Data Center TR-1. QM 200 A. Celda 4 para la distribución de energía al transformador 1 del Data Center.**
5- **Data Center TR-2. QM 200 A. Celda 5 para la distribución de energía al transformador 2 del Data Center.**
6- **Red MT CHI. QM 200 A. Celda 6 para la distribución de energía a la red MT CHI.**
7- **Servicios Generales. QM 200 A. Celda 7 para la distribución de energía a los servicios generales**
8- **Reserva. QM 200 A. Celda 8 de reserva.**

El Contratista deberá proveer equipos preferentemente de la misma marca, para asegurar la compatibilidad. Se analizarán otras marcas, siempre que el contratista presente casos exitosos de integración y compatibilidad con equipos similares a los instalados en la sala de celdas de 23kV.

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los equipos para medida y protección del circuito de conexión de la PSF, además de la propia celda de MT necesaria para la inyección de la energía generada, de acuerdo con las reglamentaciones de la ANDE y ABNT y los requisitos particulares de ITAIPU Binacional. Además, deberá garantizar una celda de reserva para posibles futuras ampliaciones.

3.4.9.1. Interruptores de Media Tensión

Los interruptores deben ser del tipo extraíble (internamente) y su sistema de instalación en los cubículos debe posibilitar su movimiento hacia las posiciones de "insertado", "prueba" o "extraído". La extracción remota (motorizada) debe ser hecha sólo para los interruptores de entrada de alimentación o cuando son indicados en los respectivos diagramas unifilares.

En los movimientos para las posiciones de "prueba" o "extraído", las aberturas para conexión del interruptor a las barras deben ser automáticamente selladas por obturadores (guillotinas) metálicos. Las guillotinas deben poseer un dispositivo para el candado.

Debe haber llave seccionadora de puesta a tierra, con operación manual, después de la extracción completa del interruptor, con enclavamiento mecánico (del tipo "kirk"). El enclavamiento mecánico debe impedir la inserción del interruptor con la llave de puesta a tierra cerrada. El cierre de la llave de puesta a tierra sólo puede ocurrir con el interruptor extraído o en la posición de prueba

Debe existir un dispositivo que permita la instalación de candado de bloqueo que impida el movimiento accidental o inadvertido del interruptor cuando esté en la posición de "prueba" o "extraído".

En la posición de "extraído", el interruptor debe ser apto para ser removido del cubículo, si es necesario.

Los dispositivos de enclavamiento deben permitir las maniobras de extracción e inserción de los interruptores solamente con la puerta del cubículo cerrada, para garantizar total seguridad a los operadores, impidiendo maniobras indebidas o actos inseguros.

El interruptor sólo se puede mover de la posición de prueba para insertar y viceversa cuando el interruptor esté abierto.

El enchufe de control del interruptor debe poder ser removido solamente cuando el interruptor esté en la posición de prueba.

El interruptor sólo debe cerrarse cuando esté en la posición de prueba o insertado. El sistema de extracción de los interruptores, los enclavamientos necesarios y las

indicaciones de posición de los contactos deben cumplir las recomendaciones de la NBR IEC 62271-200.

Accesorios:

- **- Disparador doble de Abertura.**
- **- Disparador de Tensión Nula.**
- **- Moto Reductor para carga automática de los resortes de cierre.**
- **- Disparador de cierre.**
- **- Dispositivo de Antirrecierre mecánico.**
- **- Micro contacto para señalización eléctrica de los resortes cargados.**
- **- Puesta a tierra automático del carrito.**
- **- Relé anti bombeo (anti pumping).**
- **- Contador de Maniobras mecánicas.**
- **- Contactos Auxiliar 5 NA + 6 NF.**
- **- Contactos indicadores de posición.**

3.4.9.2. Placas de identificación y características

La placa de características eléctricas debe fijarse en el lado interno del equipo; de acero inoxidable AISI 316, claramente legible y fijada por tornillo. No se acepta la fijación de la placa por medio de remaches.

Los detalles de la dimensión y lugar de fijación de la placa deben ser aprobados por la Fiscalización de la ER.GP de la ITAIPU Binacional. Esta placa debe contener como mínimo la siguiente información de acuerdo con la Norma NBR IEC 62271-200:

- **Nombre del FABRICANTE;**
- **Tipo, modelo y referencia de identificación del FABRICANTE;**
- **Número de serie y fecha de fabricación;**
- **Tensión nominal de aislamiento, número de fases y frecuencia nominal;**
- **Tensión de funcionamiento;**
- **Tensión aplicada a la frecuencia industrial;**
- **Nivel Básico de impulso;**
- **Corriente nominal del bus en régimen continuo;**
- **Capacidad de interrupción nominal simétrica en cortocircuito;**
- **Peso del conjunto sin y con los equipos;**
- **Tensión de mando;**
- **Tipo de accesibilidad;**
- **Clasificación de Arco interno.**

Todos los cubículos deben tener una etiqueta visible con el nivel de energía de arco calculado y la distancia mínima de aproximación.
Los cubículos deben tener etiquetas adecuadas de seguridad, destinadas a la advertencia ya la identificación de equipo energizado, conforme al punto 10.10 de la NR-10.

3.4.9.3. Pintura y tratamiento de superficie

El tratamiento anticorrosivo debe consistir, como mínimo, de dos capas de tinta anticorrosiva en las partes internas y externas después de la debida limpieza de las chapas. Las partes metálicas de los cubículos deben someterse a un pretratamiento como se describe a continuación:

- **Una capa galvanizada, que proporciona protección contra la corrosión de acuerdo con la norma EN 10142, debe proteger todas las partes de acero que componen las partes de la estructura.**
- **Pequeñas piezas metálicas como tornillos, tuercas, arandelas y accesorios deben ser galvanizadas por proceso electrolítico.**
- **La pintura de los cubículos debe ser por proceso electrostático a polvo, base de resina epoxi poliéster.**
- **El color de acabado final debe ser RAL 7032.**
- **El espesor mínimo después del acabado no debe ser inferior a 85 micrones.**
- **Para paneles exteriores o expuestos a la humedad, incluso si internamente, el espesor mínimo después del acabado no debe ser inferior a 120 micras.**
- **Las chapas de acero sin pintar deben ser de acero galvanizado con zinc.**
- **Las placas de montaje y chapa no deben realizarse intervenciones como agujeros, cortes, después de haber hecho tratamiento anticorrosión.**
- **El color de acabado final será definido en el Apartado 3.3.2 "Workstatement".**
- **Pequeñas piezas metálicas como tornillos, tuercas, arandelas y accesorios deben ser cincados por proceso electrolítico o bicromatizadas según necesidad.**

La CONTRATISTA debe someter a la aprobación de ITAIPU el proceso de tratamiento de superficies normalmente empleado en la fabricación del equipo (método de limpieza, preparación y pintura), siempre que dicho proceso sea equivalente o superior a los procedimientos arriba citados.

3.4.9.4. Carga de resorte; iluminación y resistencia de calefacción

La carga de muelles tendrá el motor alimentado por sistema trifásico en 220 Vca (alimentación desde el tablero más cercano).

Los circuitos de iluminación, calefacción y tomas deben ser alimentados de una en 220 Vca (2F + T), 50 Hz, y protegido por un interruptor termomagnético con contacto, auxiliar, de señalización.

Las conexiones del interruptor de iluminación deben ser aisladas y tener facilidad de montaje y desmontaje, por lo tanto, con fácil acceso para conexión y desconexión. La conexión de los cables de alimentación de las luminarias debe realizarse a través de bornes.

Los paneles deben tener resistencia para evitar la condensación, controlada por medio de un higrostato ajustable, para control de humedad. La resistencia debe ser blindada, tensión 220V (2F + T), 50 Hz.

La resistencia de calentamiento debe instalarse en la parte inferior del panel, asegurando que ningún componente o accesorio esté cerca del mismo, es decir, con conexiones.

3.4.10. Cables y aparamenta

En este apartado se definen los requisitos técnicos para cables de potencia aislados de baja y media tensión, cables de control e instrumentación, bandejas y conductos de cables con todos los accesorios necesarios. Los cables de todo tipo y sus terminales de conexión, instalados en el panel flotante y los de salida hacia las instalaciones en superficie, deberán cumplir con las normas de cables a prueba de inmersión en agua.

Los cables se deben suministrar en cantidades suficientes para una instalación completa.

3.4.10.1. Conductores

Los conductores de todos los tipos de cable, excepto el cable de fibra óptica, serán de cobre recocido simple que cumpla con la norma IEC 60228 Clase 2. El cobre utilizado debe tener una conductividad estándar internacional del 100%.

3.4.10.2. Amperaje de los cables

El Contratista será responsable de dimensionar todos los conductores y cables asociados con la Planta Solar Flotante. El Contratista dimensionará los conductores de potencia de acuerdo con el reglamento de la ANDE, normas de la INTN y los requisitos de la ABNT, teniendo en cuenta la caída de voltaje y la capacidad de cortocircuito en los sistemas. Los cables y conductores deberán ser de dimensiones estándar para ser aceptables para ITAIPU Binacional.

El amperaje para cualquier cable dependerá de la ruta del cable (bandeja, flotador, conducto). Además del amperaje, requisitos especiales como radiación solar, caída de voltaje, disponibilidad de corriente de falla, y el medio ambiente se deben tener en cuenta al dimensionar el cable. El amperaje de los cables de alimentación debe estar de acuerdo con los requisitos del reglamento de

la ANDE, normas de la INTN y los requisitos de la ABNT. La sección transversal del conductor del cable de alimentación debe seleccionarse según la capacidad de transporte de corriente en el montaje real y la temperatura ambiente (con sus factores de corrección contabilizados).

3.4.10.3. Aislamiento y construcción

El aislamiento y la construcción del cable dependerán del uso que se le vaya a dar. Se desglosarán en los siguientes usos de cable:

- **Cable de alimentación fotovoltaica de bajo voltaje en CC: El cable debe tener una tensión nominal de 1,5 kV_{DC} o superior, conductor trenzado de cobre estañado de clase 5, de acuerdo con IEC 60228. El aislamiento del cable debe ser de caucho de etileno propileno (EPR) aislado con cubierta libre de halógenos y de baja emisión de humo. El revestimiento exterior del cable debe ser de caucho de etileno vinil acetato (EVA) reticulado, sin halógenos, de baja emisión de humos, retardante a la llama y resistente a la luz solar (UV) según UL 1581 o ISO 4892-2, adecuado para las condiciones de la instalación.**
- **Cable de alimentación de media tensión en CA (23 kV servicio): El cable debe ser para 23 kVac, de cobre trenzado; aislado con polietileno reticulado (XLPE), con revestimiento de cloruro de polivinilo (PVC) retardante a la llama.**
- **Cable de alimentación en CA de bajo voltaje 800 Vca: El cable debe ser de cobre trenzado; aislado con polietileno reticulado (XLPE) o cloruro de polivinilo (PVC); cubierta de cloruro de polivinilo (PVC) retardante a la llama.**
- **Cable de control 220 Vac: El cable debe ser blindado multiconductor, según sea necesario, de cobre trenzado; aislado con polietileno reticulado (XLPE) o cloruro de polivinilo (PVC); protector de cinta metálica, cubierta de cloruro de polivinilo (PVC) retardante a la llama.**
- **Iluminación y pequeña potencia 220 Vac: El cable debe ser conductor de cobre con aislamiento de PVC retardante a la llama.**
- **Cable para fibra óptica: El cable debe ser de mínimo 24 fibras, del tipo monomodo SM1, 9/125 um, de miembro de resistencia central, tubo holgado, revestimiento interior de PE, blindaje, revestimiento exterior de PE, de conformidad con las normas IEC. El cable de fibra óptica debe ser de tipo no metálico de revestimiento único, con protección a prueba de roedores.**
- **Cables para redes de datos: Los cables para redes de datos en cobre deberán ser STP categoría 6A, de acuerdo con la norma ANSI, con aislamiento LSZH.**

El cable para otros circuitos especiales debe ser el recomendado por el fabricante con la aprobación de la ER.GP de la ITAIPU Binacional. Todos los accesorios de los conductores, incluidos conectores, terminaciones, materiales aislantes, agarraderas de soporte, marcadores, bridas para cables y materiales cortafuegos, deben suministrarse e instalarse. Se deben obtener las instrucciones de instalación del proveedor para los accesorios de cable.

Los cables fotovoltaicos en contacto con la superficie del agua deben instalarse en conductos de HDPE o PEAD corrugados. Los cables CC específicos para instalaciones solares fotovoltaicas (PV), en los circuitos de fuente y salida deben ser capaces de soportar las extremas condiciones ambientales que se producen en este tipo de instalaciones. Debe estar construido con conductor de cobre flexible cableado. Diseñado y probado bajo la norma UL 4703 (Photovoltaic Wire).

3.4.10.4. Bandeja de cables y conductos

El sistema de canalización se diseñará generalmente de modo que la separación se mantenga de la siguiente manera:

Los cables de alimentación con un voltaje superior a 800 V no deben ocupar una canalización con conductores con voltaje menor o igual a 800 V.

Los circuitos de instrumentación se encaminarán por conductos separados de los cables de alimentación.

Siempre que todos los conductores estén aislados para el voltaje máximo de cualquier conductor dentro de la canalización, los cables de alimentación de 800 V o menos pueden ocupar la misma canalización, sin importar el nivel de voltaje de los circuitos individuales o si los circuitos individuales son de corriente alterna o continua. Los conductores aislados de 220 V que se utilizan para el control pueden ocupar el mismo conducto que los conductores del circuito de alimentación con aislamiento de 800 V.

Los números de bandeja se asignarán secuencialmente a todas las bandejas de cables.

Los cables de los circuitos de CA y si aplica CC entre el área flotante y el área de tierra se instalarán en ductos de HDPE o PEAD.

Los cables aislados de 23 kV se instalarán en canalizaciones dentro de conductos.

La suma de las áreas de la sección transversal del cable en la bandeja se limitará al 30% de la sección transversal útil de la bandeja para los cables de potencia y al 40% para los cables de control e instrumentación.

Todas las bandejas deben ser de acero galvanizado en caliente, excepto cuando no sean adecuadas debido a una atmósfera corrosiva. Las abrazaderas de suspensión, los accesorios de sujeción y los pasadores serán de metales altamente resistentes a la corrosión. Los accesorios de acero deben estar galvanizados en caliente. En cualquier atmósfera corrosiva, se deben utilizar bandejas de otro material adecuado aprobado (por ejemplo, poliéster reforzado). Se suministrarán bandejas porta cables horizontales y verticales con fondo y tapas perforadas, aptas para cubrirlas. Las bandejas y los accesorios deben estar libres de bordes afilados o salientes. Los pernos o remaches para conectar secciones o accesorios entre sí deben tener cabezas de tipo carro. Las cabezas de los tornillos y remaches se colocarán en el interior de las bandejas. Se suministrarán piezas de conexión prefabricadas como piezas en T, crucetas, codos, etc. según sea necesario. Se podrán presentar accesorios de sujeción diferentes, que estarán sujetos a la revisión y aprobación por parte de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

Los canales laterales de las bandejas de cables deben permitir la fijación de conductos para cables. Además, los accesorios de cableado se deben proporcionar de manera adecuada, como bridas, cintas, etiquetas para cables, barreras contra incendios, etc.

En general, el espacio libre vertical mínimo entre las bandejas de cables será de 300 mm, medido desde la parte inferior del soporte de la bandeja superior hasta la parte superior de la bandeja inferior. Se utilizarán cubiertas sólidas en todas las bandejas de instrumentación, bandejas verticales y todas las bandejas exteriores.

Todos los conductos eléctricos deben cumplir en cuanto a tamaños y roscas con los estándares ANSI o UL. El porcentaje de llenado del conducto deberá estar de acuerdo con lo siguiente:

- **Un cable – 53 por ciento de relleno.**
- **Dos cables – 31 por ciento de relleno.**
- **Tres o más cables – 40 por ciento de relleno.**

- **Todos los conductos y accesorios de acero rígido deben estar galvanizados en caliente.**
- **El conducto de HDPE o PEAD debe tener protección UV para aplicaciones de sistemas subterráneos**

Para instalaciones en áreas corrosivas se utilizarán conductos de PVC o equivalentes. Todos los conductos flexibles deben ser de acero galvanizado y hermético a los líquidos, equipados con una camisa de plástico y deben ser adecuados para su aplicación en áreas de alta temperatura. Los correspondientes racores de conductos serán de acero galvanizado en caliente.

Los materiales asociados con los conductos consistirán en codos, acoplamientos de conducto y protectores de rosca, cuerpos de conducto, bujes, contratuercas, accesorios de conducto flexible, abrazaderas de conducto y todos los demás accesorios necesarios para su instalación y fijación. Se suministrarán cajas de enchufes y cajas de strings, si es necesario.

Conectores de terminales para conductores de 10 mm² y mayores. Los conectores de terminales para conductores trenzados de 10 mm² y mayores deben ser de presión o de abrazadera atornillada.

Conectores terminales para conductores de menos de 10 mm². Los conectores de terminales para conductores trenzados de menos de 10 mm² serán conectores de tipo compresión con el tamaño adecuado para el conductor y el terminal.

Se requiere un sistema de conductos individual para el sistema de comunicación. Los materiales de los conductos se seleccionarán según el entorno específico, priorizando la seguridad y protección de los cables.

Todas las instalaciones típicas para cables, conductos y sistemas de conductos deben enviarse para su revisión y aprobación por parte de la Fiscalización de la ER.GP de la IB. La instalación del cable y la canalización debe realizarse de acuerdo con el reglamento de la ANDE, NP 2 028 96 de la INTN y los requisitos de la ABNT.

3.4.11. Protecciones

Esta sección cubre el diseño, equipamiento, montaje e instalación de toda la subestructura, materiales de puesta a tierra de la superestructura, protección contra rayos y accesorios necesarios para proporcionar un sistema de protección contra rayos y puesta a tierra funcional adecuado y completo para operar completamente la planta de energía solar flotante, para la protección del personal, la reducción del ruido eléctrico, el funcionamiento adecuado de los equipos de comunicación y control eléctrico y electrónico, incluidos los edificios asociados y todas las estructuras necesarias. Los materiales deben ser de cobre o aleación de cobre de alta calidad.

Para el dimensionamiento del esquema de puesta tierra de la planta solar flotante, se requiere considerar el número de tormentas e impactos de rayos en el área. Estas informaciones deben ser presentadas por el Contratista a la Fiscalización de la ER.GP de la IB para su revisión y aprobación.

Se deberá considerar en el dimensionamiento del esquema de protección, las sobretensiones temporales originadas por impactos directos o las originadas por los efectos indirectos de la descarga de rayos.

La protección contra las sobretensiones temporales se realizará mediante Dispositivos de Protección contra Sobretensión (DPS), que se colocarán en zonas específicas de la instalación para realizar la protección de los equipos. Estas informaciones deben ser presentadas por el Contratista a la ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación.

Los DPS, a ser dimensionados, deben tener la capacidad para descargar sobretensiones procedentes de impactos directos de rayos en la instalación.

Debido a la configuración de la Planta Solar flotante, es necesario instalar un sistema de protección contra efectos atmosféricos, así como una red equipotencial y un controlador de aislamiento en la entrada de los Inversores en string.

Se requerirán conexiones a tierra para interconectarse entre los equipos de toda la instalación, y también para interconectarse con el sistema de puesta a tierra existente, con fines equipotenciales.

Cada conexión de la malla de tierra debe estar unida de forma segura mediante soldadura exotérmica.

El requisito del sistema de puesta a tierra es que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 10 ohmios para protección contra rayos y circulación de corrientes de cortocircuito, para permitir el funcionamiento rápido de los dispositivos de protección de circuitos.

El calibre del cable de cobre para la malla de tierra no deberá ser menor a 95 mm^2 e irá en las bandejas de cables junto con los demás cables de alimentación, conectando con accesorios específicos las cadenas de módulos a este cable de tierra.

Se deberán dejar pletinas de cobre y puntas de cables para la conexión de los diferentes elementos a la malla de tierra.

La puesta a tierra de los sistemas solares fotovoltaicos debe diseñarse e instalarse según los requisitos descritos en la norma NEC, artículo 690.

Se debe proporcionar un sistema de puesta a tierra del equipo para cualquier superficie metálica o conductora expuesta que pueda recibir energía, incluidas las superficies metálicas expuestas de los marcos de los módulos fotovoltaicos, los bastidores de montaje metálicos (si se requieren), los conductos metálicos y las carcasas para inversores, según corresponda, así como otras partes eléctricamente conductoras.

La parte del equipamiento en CC del sistema fotovoltaico debe conectarse a tierra con conductores de cobre con un kit de barra de tierra certificado se debe usar un terminal eléctrico estándar que conecte cada superficie metálica expuesta del módulo fotovoltaico a la estructura de montaje conectada a tierra.

La barra de conexión equipotencial principal debe proporcionarse para la conexión entre el sistema de conexión a tierra en CC y el sistema de conexión a tierra en CA de acuerdo con IEC 60364-7-712.

El cable de tierra podrá tener las siguientes características:

- **Conductor de cobre desnudo, trenzado Clase B**
- **Conductor de cable aislado, trenzado Clase B con aislamiento XLPE, de color verde-amarillo.**

3.4.11.1. Instalación de puesta a tierra

Los materiales del sistema de puesta a tierra se instalarán de acuerdo con los planos definidos en el Apartado 3.3.2 "Workstatement". El estudio de puesta a tierra y todos los planos deben ser enviados para la aprobación de ITAIPU Binacional, formando este, parte del Apartado 3.3.2. Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

3.4.11.1.1. Malla de tierra

La malla de tierra seguirá la norma IEEE 80. El Contratista realizará las medidas de resistividad del suelo en el sitio para el sistema de puesta a tierra. El cálculo se presentará para revisión y aprobación de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

3.4.11.1.2. Varillas de tierra

Deberán ser galvanizadas, revestidas de cobre, de 19 mm de diámetro, longitud de 3 metros, con certificado de producto en el país.

3.4.11.1.3. Conexiones

Los conectores de puesta a tierra por encima de la superficie deben ser conectores terminales de tipo compresión de cobre o aleación de cobre con las siguientes excepciones:

- **Conectores de cable atornillados utilizados para conectar el conductor de tierra a las bandejas de cables.**
- **Conectores atornillados utilizados para la puesta a tierra de cercas.**
- **Conectores de perno partido que se utilizan para conectar cables de puesta a tierra individuales al conductor de puesta a tierra de las bandejas.**

3.4.11.1.4. Conexión a tierra de conductos

Todos los bujes de conexión a tierra dentro de todos los gabinetes, incluidos los gabinetes de equipos, deben estar conectados entre sí y conectados internamente al terminal de conexión a tierra del gabinete o al bus de conexión a tierra, con un conductor de cobre desnudo. Todos los conductos utilizados para el sistema de control eléctrico deben estar conectados a tierra al sistema de conexión a tierra de la bandeja o al sistema de conexión a tierra de la fuente eléctrica. Los bujes de puesta a tierra deben estar conectados a tierra con conductores dimensionados de acuerdo con NEC, pero no menores de 6 mm². Todos los bujes de conexión a tierra en tramos de conductos, que terminan en la bandeja, se conectarán al cable de conexión a tierra de la bandeja con un conductor de cobre aislado de acuerdo con ANDE, INTN y ABNT.

3.4.11.1.5. Conexión a tierra de bandejas

Se debe instalar una conexión a tierra de cobre desnuda de 70 mm² como mínimo en toda la longitud de todas las bandejas de cables, excepto la bandeja de electrónica. El conductor de tierra se conectará a cada sección de la bandeja con un conector de tierra de cobre. La bandeja se conectará a intervalos a la tierra de la estación mediante el proceso de soldadura exotérmica, el intervalo máximo será propuesto por el Contratista para su revisión y aprobación por parte de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

3.4.11.2. Equipo de puesta a tierra

Todo el equipo eléctrico debe estar conectado a la red de tierra con un conductor de tierra de cobre, de acuerdo con la norma IEEE 142.

3.4.11.3. Resistencia de tierra

Las mediciones de resistividad del suelo se tomarán utilizando el método Wenner de cuatro electrodos para la resistividad del suelo y el método Wenner de tres electrodos para medir la resistencia a tierra de las tierras artificiales de acuerdo con la norma IEEE. 81.

3.4.11.4. Protección contra rayos

El sistema de protección contra rayos debe diseñarse e instalarse de acuerdo con los requisitos de la norma IEC 62305.

Las varillas o puntas terminales, el conductor de bajada y la varilla de tierra se deben proporcionar e instalar cubriendo el área del equipo eléctrico. No se requiere protección contra rayos para los módulos fotovoltaicos.

La altura y la cantidad de varillas o puntas terminales requeridas se determinarán mediante el método del ángulo de protección. El sistema de protección contra rayos debe estar adherido a la malla del suelo. La memoria de cálculo del área de protección se presentará para la revisión y aprobación de la ER.GP de la IB.

3.4.12. Iluminación y Balizamiento

Esta sección define los requisitos técnicos detallados para el diseño, equipo, materiales, construcción, rendimiento y pruebas de las instalaciones de iluminación y receptáculos. El Contratista se proveerá en cantidades suficientes para una instalación completa adecuada para la operación. Los equipos seleccionados deberán ser adecuados para el entorno correspondiente en términos de funcionamiento y robustez. La caída de voltaje se considerará de acuerdo con los reglamentos, normas y requisitos de la ANDE, INTN y ABNT.

3.4.12.1. Iluminación de áreas y receptáculos

Se deben proporcionar iluminación y receptáculos en el área de los tableros de distribución de media y baja tensión, el área de inversores y transformadores en tierra. También se deberá proporcionar iluminación en el área de la plataforma flotante y en el área de la planta en piso. El sistema de iluminación será de tipo LED con sensor automático de luz. Se deberá presentar el diseño y la memoria de cálculos para su revisión y aprobación a la Fiscalización de la ER.GP de la IB, de acuerdo con los reglamentos, normas y requisitos de la ANDE, INTN y ABNT.

3.5. ITEM 30: SISTEMA DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

3.5.1. Introducción

En este capítulo se establecen los criterios generales que el Contratista debe tener en cuenta para realizar de forma eficiente el Sistema de Control para la supervisión de todos los parámetros civiles, estructurales, mecánicos y eléctricos del proyecto, de modo que la PSF esté correctamente gestionada y optimizada.

Este sistema se encuentra principalmente compuesto por el Power Plant Controller (PPC), el servidor SCADA, el sistema de telecomunicaciones y las interfaces de visualización. Los inversores fotovoltaicos se encargan de transmitir su información directamente al PPC que, junto con los servidores SCADA, son los encargados de gestionar la información y optimizar la generación fotovoltaica en función de las necesidades y requerimientos acordados entre el Contratista e ITAIPU Binacional.

Próximo al Puesto de Distribución (PD) se instalará una estación de operación e ingeniería para la visualización del sistema, permitiendo de igual manera la actuación sobre el mismo, esta sala es definida como Sala de Control y Monitoreo.

El proyecto se diseñará para generar energía eléctrica únicamente para consumo del área prioritaria, sin vertido a la SEMD. El sistema de control, junto con los instrumentos de medición, serán los principales componentes que conforman el sistema antivertido, para cumplir con el requerimiento del NO vertido a la SEMD.

Asimismo, el Contratista será el responsable de establecer la red de telecomunicaciones necesaria para la interconexión de los elementos de control mencionados en este capítulo, asegurando así el óptimo funcionamiento del sistema y subsistemas adyacentes en tiempo y forma.

3.5.2. Normas y certificaciones

3.5.2.1. Instrumentación, control y comunicaciones

Todo el equipo, diseño, fabricación y pruebas cumplirán con las normas, manuales y especificaciones más recientes de las siguientes organizaciones o con normas equivalentes aprobadas por ITAIPU Binacional. El código y los estándares para el sistema de control y monitoreo se basarán en ANSI, API, IEEE, IEC, ISA, ISO, EIA/TIA, NESC, NFPA, SAMA, NEMA, NEC, UL, y las normas técnicas paraguayas y brasileñas pertinentes.

Teniendo en cuenta que la planta solar debe poder gestionarse a través de un Sistema de Control, los protocolos disponibles para el acceso al SCADA son:

- **IEC-60870-5-104, Tecnología TCP/IP para tareas de telecontrol.**
- **IEC 61724, Monitoreo de sistemas fotovoltaicos - Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.**
- **IEC 61683, Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.**
- **ISO 9847- BS 7621, Energía solar - calibración de piranómetros de campo por comparación con un piranómetro de referencia.**
- **ISO 9060, Energía solar - especificación y clasificación de los instrumentos para medir la radiación solar directa y solar semiesférica.**
- **ISO/TR 9901, Piranómetros de campo-recomendación para el uso práctico.**

- **IEC 61725, Expresión analítica para los perfiles solares diarios.**
- **IEC 60904 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de dispositivos solares de referencia.**

3.5.3. Sistema de Gestión y Adquisición de Datos

3.5.3.1. Descripción General

El Sistema de Gestión y Adquisición de Datos es el sistema de supervisión y control local de los datos de la PSF. Se encarga de llevar a cabo tareas como el cálculo, la gestión de alarmas, el seguimiento histórico, las tendencias, la productividad y la eficiencia en la supervisión de las diversas series. Además, se encarga de la documentación y la comunicación, así como de recibir los pulsos generados por el medidor de energía para registrar la energía generada por la planta solar flotante. Es esencial que el sistema SCADA recopile información de los distintos elementos que conforman la infraestructura de la planta solar flotante, conforme ANEXO 5.5 "ARQUITECTURA DE CONTROL".

El sistema debe incluir una interfaz web que permita a los usuarios autorizados por la ITAIPU Binacional operar, monitorear y controlar los diversos equipos de la planta solar. Los datos recopilados podrán exportarse en formatos como texto y hojas de cálculo, en formato txt, csv, xls, xlsx, etc a ser definido en el Apartado 3.3.2 "Workstatement". La frecuencia de muestreo de datos debe ser ajustable, y la información se organizará en archivos de texto almacenados en medio a ser definido por la IB en el Apartado 3.3.2 "Workstatement". Se generará un archivo separado para cada tipo de dispositivo.

El sistema debe proporcionar una plataforma para visualizar el comportamiento de todos los dispositivos monitoreados, inversores (se deberá poder realizar monitoreo a nivel de string la generación), cajas de string, estaciones meteorológicas y de calidad de agua existentes entre otros, transformadores, celdas, relés, y otros dispositivos de interés relacionados a la planta solar flotante. Además, deberá generar informes de alarmas, históricos, estadísticas, cálculos de Performance Ratio (PR) y ofrecer una herramienta de visualización de gráficas de preferencia Tableau.

El modelo de rendimiento del SCADA deberá incluir al menos una relación de rendimiento diario basada en el rendimiento real frente al esperado, considerando las condiciones meteorológicas proporcionadas por la estación existente. El software y hardware del SCADA se diseñarán y programarán para la vida útil de diseño de la planta, con revelación previa de licencias o suscripciones. Se proporcionará una licencia de por vida, junto con la documentación de la API para permitir la implementación de plugins y complementos por terceros en el futuro.

El SCADA debe contar con un sistema de alarma en cascada, evitando que las alertas de un equipo de nivel superior generen alertas en equipos de nivel inferior. También permitirá la gestión de alarmas, incluida la identificación y racionalización para evitar alarmas molestas o en cascada.

Para garantizar la integridad de los datos, el SCADA realizará almacenamiento local diario y copias de seguridad externas en los servidores de backup de la IB. La capacidad de almacenamiento del SCADA, especificada por el fabricante del equipo original, será de al menos 3 (tres) años para análisis de rendimiento y seguimientos históricos.

El diseño del sistema de control y monitoreo debe ser a prueba de fallas incluyendo equipos y sistemas redundantes en caso de ser necesario, en especial para sistemas críticos. La falla de un solo equipo no debe poner en peligro la operación de la PSF.

Se implementarán equipos de protección, enclavamientos y lógicas para prevenir posibles daños, generando alarmas para alertar a ITAIPU Binacional ante eventos mencionados. ITAIPU Binacional debe compartir esta información con el Contratista, responsable de la creación del sistema de

control y monitoreo como mínimo durante el periodo previsto en el ÍTEM 80 "ASISTENCIA TÉCNICA PARA O&M Y ACEPTACIÓN FINAL" de estas EETT.

El sistema de control debe abarcar todos los equipos e interfaces necesarios para posibilitar la supervisión y control remoto/local, según se detalla en este documento. El equipo de control y monitoreo propuesto deberá estar en línea con la tecnología más reciente disponible en software y hardware al momento de la fabricación del sistema.

Todas las licencias de software y herramientas de programación requeridas para la operación y mantenimiento de los sistemas electrónicos proporcionados en esta licitación se incluirán en el alcance del suministro. El software deberá ser compatible con MS Windows Server 2022 o superior.

Las licencias de software no deberán caducar antes de transcurrir al menos 30 (treinta) años, cubriendo así la vida útil estimada de la planta de generación solar flotante. Esto garantizará que el proveedor realice las actualizaciones necesarias del software (sistema operativo y software especializado de la solución) y el mantenimiento requerido durante ese período. Se exigirá el derecho de actualización de versión, incluyendo versiones major releases, minor releases, maintenance releases y updates del sistema operativo y software especializado.

Todo el diseño de software y hardware de sistema de control y monitoreo deberá ser sometido a análisis y aprobación de la fiscalización de la ER.GP como parte del Apartado 3.3.2. "Workstatement".

La fuente de energía del Sistema de Control y Monitoreo debe ser una fuente de energía ininterrumpida (UPS) con baterías selladas tipo estación. La UPS deberá tener la capacidad suficiente para proporcionar energía de respaldo durante 2 horas.

3.5.3.2. Alcance del trabajo

El Contratista tiene la responsabilidad de diseñar, probar, inspeccionar, suministrar, instalar, implementar, programar y poner en servicio un sistema SCADA completo, así como las comunicaciones entre sus elementos. Este sistema debe contar con el equipamiento esencial de control, medición, protección y comunicaciones para garantizar la operación adecuada de la PSF.

El alcance del SCADA abarcará el Sistema de Control y Monitoreo de inversores, transformadores, controlador programable (PPC), cadena fotovoltaica, sistema de medición, equipos eléctricos, CCTV, estaciones meteorológicas y de calidad de agua existentes entre otros, celdas, relés, y otros dispositivos de interés relacionados a la planta solar flotante.

Los sistemas de control deben incorporar todas las características necesarias para monitorear los valores y parámetros del proceso en tiempo real de la PSF. Esto incluye informar adecuadamente a la ITAIPU Binacional sobre el estado de la planta, alertar sobre condiciones inseguras en equipos o procesos, permitir a ITAIPU Binacional tomar acciones correctivas, y proporcionar informes de operación y mantenimiento. Estos valores y parámetros serán suministrados al Contratista como mínimo durante los 6 (seis) primeros meses de operación de la planta.

El Contratista asumirá la responsabilidad de proporcionar la información necesaria sobre señales, direcciones, rutados, tipo de protocolo de comunicación, switches, etc., para que ITAIPU Binacional o su integrador puedan integrar de manera sencilla la planta solar fotovoltaica flotante al sistema existente de control y supervisión de la central ITAIPU Binacional. Esto incluirá toda la programación y diseño de la interfaz del Contratista, gráficos y diversos informes del sistema fotovoltaico, adaptándose a los requisitos operativos e investigativos que la ITAIPU Binacional defina.

Después de la instalación completa de todos los sistemas de control, el Contratista asumirá la responsabilidad de llevar a cabo las pruebas y la puesta en servicio de dichos sistemas. Además, se encargará de proporcionar la formación necesaria al personal de la ER.GP de la ITAIPU Binacional, y personal que la ITAIPU Binacional designe, para operar y realizar el mantenimiento de estos sistemas de manera efectiva e independiente.

Durante la fase de puesta en servicio, ITAIPU Binacional realizará una revisión tanto del equipo físico como del software para verificar la conformidad con los planos de ingeniería aprobados. Cualquier elemento que no cumpla con los requisitos especificados en los planos de ingeniería deberá ser reemplazado o reprogramado para asegurar la plena conformidad con dichos planos. Este proceso no exime al Contratista de la total responsabilidad de garantizar que los sistemas de control funcionen de acuerdo con las expectativas y requisitos establecidos en la fase de diseño y planificación.

3.5.3.3. Alcance del suministro

El Contratista está encargado de suministrar y facilitar la totalidad del hardware, software, implementación, instrumentación y todos los accesorios requeridos para satisfacer los requisitos establecidos en estas EETT. El Contratista deberá proveer todo el equipo necesario para la implementación del control y la instrumentación, según las especificaciones detalladas en este documento. El alcance del suministro abarcará, como mínimo, las siguientes categorías de equipos:

3.5.4. Sistema SCADA

Se deberá implementar un sistema SCADA local, donde el servidor se ubicará en el Data Center de la ITAIPU Binacional dedicado para ello, que permita el almacenamiento de datos y el monitoreo local y la visualización con una estación HMI que se ubicará en la Sala de Control y Monitoreo.

El ANEXO 5.9 "CANTIDAD DE SEÑALES MÍNIMAS PARA EL SISTEMA SCADA" detalla las señales mínimas que se deben prever para el Sistema SCADA.

Todos los servicios e infraestructura que la IB proveerá a través de la Superintendencia de Informática (SI.AA) se detallan en el ANEXO 5.10 "SERVICIOS DISPONIBILIZADOS POR LA SUPERINTENDENCIA DE INFORMÁTICA DE LA IB".

Este SCADA y la información del servidor local pueden estar alojados de manera conjunta en un panel PC o de manera separada en Panel PC/Servidor en Rack; ambos preferentemente de características industriales con hardware adecuado para las aplicaciones y licencias SCADA de última tecnología. Debe contar con licencia para visualizar todos los parámetros de la planta y permitir el acceso remoto con las necesarias consideraciones de seguridad. La implementación de servidores virtuales será aceptable siempre que se demuestre que se puede cumplir con los requerimientos mínimos de estas EETT.

El sistema debe orientarse tanto a sistemas eléctricos como a servicios corporativos de la ITAIPU Binacional. Esto implica el registro de datos de diversas fuentes en la planta, como por ejemplo IEDs (relés de protección de celdas), celdas y estaciones meteorológicas y ambientales existentes entre otras, la lista de señales mínimas de referencia se encuentra en el ANEXO 5.9 "CANTIDAD DE SEÑALES MÍNIMAS PARA EL SISTEMA SCADA". La lista de señales definitiva, así como los detalles de visualización de las mismas se definirán como parte del Apartado 3.3.2 "Workstatement".

Además de la licencia SCADA, se debe proporcionar todas las licencias necesarias para sistemas operativos, antivirus y paquetes de utilidades para el mantenimiento del servidor SCADA. El sistema debe ejecutarse en una plataforma Windows y ser compatible con el software SCADA

proporcionado. Se enfatiza la importancia de garantizar la seguridad electrónica, incluida la autenticación centralizada, la exportación de alarmas y eventos a servidores, y la realización de copias de seguridad históricas a través del motor de base de datos.

3.5.4.1. Descripción de equipamiento mínimo

Los requisitos del sistema SCADA serán definidos en el Apartado 3.3.2 "Workstatement" teniendo en cuenta lo especificado en el ANEXO 5.10 "SERVICIOS DISPONIBILIZADOS POR LA SUPERINTENDENCIA DE INFORMÁTICA DE LA IB":

- **Un Servidor/Panel PC para montaje en rack o cuadro/panel, con tamaño y especificaciones técnicas necesarias y suficientes para el óptimo funcionamiento del Sistema de Control. Preferente montado en el mismo panel que el Controlador de Planta (PPC).**
- **Fuente de alimentación con protección de sobretensiones, con suficiente capacidad para alimentar los elementos del sistema de control, tales como Panel PC, PPC, módulos del PPC, etc.**
- **Puertos de red Ethernet suficientes.**
- **Sistemas KVM para manejo en caso necesario.**
- **Licencia vitalicia de SCADA para supervisión y operación del sistema servidor y cliente.**
- **Video wall de 2 por 2 (1,4 por 2,4 metros aprox.), marca de referencia: Barco KVD-5521C 55" 1920X1080 Ultra Narrow Bezel LCD Video Wall - R9867804B para presentación de todos los parámetros de la planta registrados por el SCADA, según ANEXO 5.11 "EETT DE REFERENCIA DE VIDEO WALL".**
- **No se aceptarán equipos usados, reformados o reacondicionados.**

3.5.4.2. Funciones SCADA

El sistema SCADA estará dotado, como mínimo, de las siguientes características:

- **Monitoreo y gestión del centro de transformación, puesto de distribución y parque fotovoltaico a través de diagramas y listado de señales; así como de las variables de la red eléctrica y su procesamiento en tiempo real. Monitoreo y gestión de los datos recibidos de la estación meteorológica. Monitoreo de servicios de video seguridad, telefonía, datos operativos de la red y equipos de comunicaciones.**
- **Alta disponibilidad del sistema y posibilidad de trabajo remoto si es requerido.**
- **Procesamiento y visualización de alarmas y datos en tiempo real, almacenamiento histórico de eventos, generador de reportes y soporte de dispositivos físicos KVM e impresora. Se permitirá el acceso a la base de datos.**
- **Análisis del rendimiento de la planta, así como el control y monitoreo de fallos.**
- **Interfaz de comunicación con el sistema de control y protección de la subestación.**
- **Cumplimiento de los requisitos de Ciberseguridad.**
- **Todo el software, licencias de software y manual para control, monitoreo, base de datos y administración, ajuste de configuración, ajuste de parámetros, programación, lógica de control para inversor, caja de matriz, cadena fotovoltaica y controlador.**
- **Todo dispositivo hardware/software para la conexión a la estaciones meteorológica y ambiental existente, si procede.**
- **Se proporcionarán dispositivos estándar y paquetes de software que sean necesarios para que el sistema de control y monitoreo realice todas las funciones de intercambio y transferencia de datos.**

3.5.4.3. Registro de eventos

Además de la información desplegada en el SCADA local se deberá contar con la fecha y hora en la que se producen los eventos, incluyendo el registro histórico de los mismos. La resolución del registro de eventos será de 1 ms.

3.5.4.4. Capacidad y reserva

El SCADA local debe ser capaz de manejar hasta un 50% adicional de la información de la planta fotovoltaica. El factor de utilización del procesador, procesando y ejecutando todas las tareas para el total de información más la reserva indicada, no deberá superar el 60%.

Se deben dimensionar los componentes para lograr el rendimiento adecuado.

3.5.4.5. Reportes

Se solicitarán reportes escritos de emisión periódica y bajo pedido. Se debe contar con informes calculados para cada sistema fotovoltaico y para el total de la planta; así como de datos meteorológicos.

Se generarán además reportes disparados por eventos (post-fallas). El panel PC contará con puertos de comunicaciones compatibles y necesarios para comunicarse con el PPC, vinculándose a la red operativa, de forma que sea accedida remotamente por personal autorizado.

3.5.5. Controlador de Planta

Se debe suministrar un controlador de planta "*Power Plant Controller* (PPC)" con la capacidad de regular la potencia activa y reactiva del parque solar de acuerdo con los requisitos de ITAIPU Binacional. La consigna o setpoint para este controlador de planta se transmitirá a los inversores a través de la red de comunicaciones. El controlador de planta podrá recibir los setpoints de potencia de forma manual, automática y/o remota.

Este PPC será parte integral del sistema de control y llevará a cabo mediciones en el punto de interconexión de la planta solar flotante para cumplir con los requisitos de la ITAIPU Binacional. El punto de medición será compartido con el medidor de energía que se conectará en la celda de medición del puesto de seccionamiento, donde se encuentra el totalizador de energía del parque. Para el caso de una solución antivertido, la medición en este punto será la referencia para que el Sistema de Control (SCADA a través del PPC) gestione y transmita la información necesaria a los inversores con el fin de garantizar que no se vierta energía eléctrica de la planta solar flotante a la Subestación Margen Derecha, SEMD. Esta funcionalidad puede requerir de hardware propio tales como seccionadores o analizadores de red, así como PLCs esclavos del PPC central.

El PPC estará basado en filosofía PLC (*Programmable Logic Controller*) y deberá ser suministrado en su totalidad, incluyendo CPU y tarjetas de comunicaciones necesarias; e instalado en un cuadro junto con los elementos menores de conexión. El PPC deberá encargarse, como mínimo, de las siguientes funciones:

- **Desconexión total o parcial de la Planta Solar Flotante, incluyendo desconexión o regulación de los inversores (Control de la relación de generación de energía al inversor) y la gestión del sistema antivertido.**
- **Gestión de las señales E/S provenientes del inversor.**
- **Supervisión y gestión del eventual sistema de almacenamiento.**

- **Regulación del nivel de tensión en el punto de interconexión, así como la gestión de la potencia activa y reactiva.**
- **Regulación de energía reactiva y factor de potencia. Limitación de potencia si fuera necesario.**
- **Control de frecuencia**
- **Supervisión y gestión de señales cableadas desde el Datalogger instalado en el mismo panel.**

3.5.5.1. Descripción de equipamientos mínimos

- **Controlador de planta (PPC) basado en PLC para instalación preferente en cuadro (carril DIN). Incluye, como mínimo, la CPU del PLC y las tarjetas auxiliares necesarias para la comunicación con el Datalogger, así como con los diferentes elementos del SCADA (servidores, HMI, etc…) y resto de sistemas dentro del Sistema de Supervisión y Control.**
- **Dispositivos de medición y control que se requieran dentro del sistema antivertido, tales como analizadores de redes para medición, dispositivos inteligentes de corte y el software/hardware necesarios para la integración de las funcionalidades dentro del PPC.**
- **Datalogger con módulos de E/S y de comunicaciones suficientes para la conexión cableada de elementos eléctricos (medida), para la conexión con la estación meteorológica existente y la conexión con la información de los inversores. Asimismo, deberá tener los puertos suficientes para la comunicación con el PPC (p.e. Ethernet).**

3.5.6. Equipos de Comunicaciones

Se requiere suministrar el equipo necesario para conectar los elementos mencionados a redes internas y externas de la planta solar, incluyendo la conexión a Internet y la interconexión con la subestación remota a la que se conectará la planta y la redundancia del sistema en caso de ser necesario. Esta conexión se realizará mediante un enlace óptico. La comunicación con elementos externos tales como otros sistemas de control serán realizadas mediante firewall. En especial, al estar hospedado el sistema SCADA en el Data Center, el Contratista se encargará de la conexión/infraestructura de red desde el SCADA hasta el PPC y hasta la IHM.

Será necesario contar con:

- **Un Switch Ethernet administrable con al menos dieciocho puertos con conectores RJ45 y seis puertos de FO monomodo con módulos SFP incluidos tipo LC para conexión en rack. El switch ofertado podrá integrar de manera adicional servicios corporativos tales como servicios de voz&datos y CCTV.**
- **Un Router/Firewall de seguridad Industrial con al menos cuatro puertos con conectores RJ45 para interfaces LAN y posibilidad de dos módulos para conexión de fibra monomodo para interfaces WAN e interfaces LAN. El montaje deberá ser para rack.**
- **En el rack de comunicaciones será alojado en el equipo para sincronización horaria o GPS, con alta disponibilidad en tiempo de sincronización sobre redes Ethernet. El GPS a ser proveído deberá contar con los protocolos NTP/SNTP compatibles con redes PRP.**

Se deberá proveer el cableado estructurado STP (CAT6A), patchcords tanto STP para interconexión de los equipos suministrados. Para conexiones a elementos de red externa se deberá dejar instalada patchera de cobre CAT6A en el tablero donde se instalarán los equipos de conmutación y ruteo. Además, debe ser provista la patchera de FO con conectores LC/UPC para interconexión de FO externa.

De igual manera se proveerá el cable de fibra óptica, monomodo (SM) con accesorios que incluyen panel de conexión y cable de conexión dúplex LC. Se proporcionarán dos (2) cables de conexión por cada puerto IP. Se proporcionarán todos los accesorios para cada panel (ODF) junto con los paneles. La longitud del cable de fibra óptica debe proporcionarse de extremo a extremo; el empalme del cable entre ellos no será aceptable. El cable de fibra óptica debe estar provisto en un conducto de HDPE – PEAD para proteger el cable. El conducto debe ser naranja y etiquetado como "fibra óptica" a intervalos de 3 metros.

En caso de ser necesario, se proveerán los conversores de medio requeridos para las diferentes interfaces electroópticas. En cuanto sea posible las interfaces apropiadas deberán estar integradas en los equipos de origen, sin la necesidad del uso de los conversores de medio.

3.5.6.1.1. Protocolos de Comunicaciones del Sistema

Todos los equipos del Sistema de Gestión de la Información deben ser con prioridad TCP/IP de manera general. Asimismo, es posible emplear Modbus RTU para la comunicación desde el inversor hasta tarjetas de IO del PPC localizadas en la estación de potencia e IEC 61850 para equipamiento y aparamenta eléctrica que lo requiera.

El Contratista tiene la responsabilidad de proporcionar los elementos hardware y software necesarios para el cambio en el sistema de protocolo de comunicación, por ejemplo, entre Modbus RTU y Modbus TCP/IP en caso de ser necesario.

Tabla 14. Protocolos de Comunicación.

Desde	Hacia	Protocolo
Inversores	PPC	Modbus RTU, TCP/IP
Relés de Protección	Datalogger	IEC61850, Modbus RTU, Modbus TCP/IP
Medidores de Energía	Datalogger/PPC	IEC61850, Modbus RTU, Modbus TCP/IP
Dataloggers	PPC	Modbus TCP/IP
GPS	PPC	NTP Server
Power Plant Controller (PPC)	Panel PC (SCADA)	Modbus TCP/IP

En el caso de que sea necesario otro tipo de protocolo, debe ser propuesto y aceptado por la Fiscalización de la ER.GP de ITAIPU Binacional.

3.5.6.1.2. Redundancia del sistema

Con el objetivo de asegurar la continuidad de los servicios de operación, la funcionalidad del sistema, la calidad del servicio al usuario y la integridad de la información, se proporcionarán en la propuesta técnica los mecanismos de redundancia. Estos abarcarán la configuración y el respaldo en cada nivel de interoperabilidad, incluyendo equipos, alimentación y redes de comunicaciones.

3.5.7. Ciberseguridad del sistema

Para preservar la integridad, seguridad y confiabilidad de la arquitectura a implementar, es imperativo considerar diversas estrategias de seguridad para los activos de la infraestructura, sus aplicaciones y los puertos de acceso.

- **IP-based Port Security.**
- **MAC-based Port Security.**

- **Port-based Access Control with 802.1.**
- **Guest/unauthenticated VLAN.**
- **Multi-Client Authentication per Port.**
- **MAC Authentication Bypass.**
- **Access to Management restricted by VLAN.**
- **HTTPS Certificate Management.**
- **Restricted Management Access.**
- **SNMP Logging.**
- **Local User Management.**

En términos de seguridad para el control de acceso a los sistemas SCADA y para verificar el acceso de un operador a los diagramas de comando, se implementará un sistema que establecerá una jerarquía de accesos. De esta manera, se permitirán acciones o acceso a la información en función del nivel del operador y durante un tiempo específico.

El sistema operará en la plataforma Windows y contará con la capacidad de configurar el firewall del sistema operativo, así como la opción de instalar un software antivirus que deberá ser aprobado por la ITAIPU Binacional.

Siempre que sea posible, mantener un ambiente de pruebas para estudiar los cambios propuestos y los posibles impactos.

La ITAIPU Binacional podrá emitir recomendaciones para los procesos de hardening de configuraciones, policy compliance y pruebas de intrusión interna en los activos de configuración que soporta la solución, analizando el impacto de las correcciones en el ambiente de la ITAIPU Binacional y el proveedor deberá aplicar todos los cambios que sean necesarios para resguardar el ambiente tecnológico de la ITAIPU.

El proveedor deberá realizar el traspaso de conocimiento con los diagramas físicos y lógicos de la solución con el fin de identificar los activos relevantes de la infraestructura básica (banco de datos, sistemas operativos, entre otros) requisitos y configuraciones de seguridad lógica implantados, los usuarios de servicios que autentican, así como las conexiones, servicios y puertos que deben estar activos.

El proveedor deberá notificar inmediatamente a la ITAIPU Binacional todas aquellas vulnerabilidades publicadas del fabricante de la solución, con su posible solución.

La Itaipu podrá solicitar la debida revisión, modificación o revocación de todos los privilegios de accesos a las áreas físicas, sistemas, informaciones y recursos de los "usuarios de servicios" afectados en caso de una confirmación de una filtración (fuga de información).

3.5.8. Sistema de monitoreo de planta solar flotante con cámara fija IP

Se suministrará un sistema de cámara IP fija para detectar y analizar el movimiento de la planta solar flotante, incluyendo el balanceo fuera de su posición establecida, y para monitorear posibles riesgos. El paquete incluirá el software de análisis correspondiente. La especificación se refiere a las cámaras como mínimo, asegurando que la cámara sea de tipo fijo y diseñada para condiciones de baja luminosidad nocturna.

Este sistema de cámara detectará el balanceo de la planta solar flotante, generando alarmas dirigidas al sistema de control y monitoreo de manera remota cuando la plataforma esté fuera de su posición de referencia. La información, imágenes, alarmas y registros temporales se almacenarán en la base de datos del sistema. La ubicación específica de la cámara IP fija se discutirá durante la fase de ingeniería de detalle. Requisitos:

- **Detectar el límite general de la matriz flotante (al menos 10 (diez) conjuntos).**
- **Software analítico de CCTV para detectar y analizar la posición del balanceo de la plataforma flotante solar fotovoltaica fuera de la posición de referencia en un período de tiempo específico y alarma.**
- **Postes de acero o de fibra de vidrio de al menos 10 metros de altura y cimientos de hormigón.**
- **Instalación mural en el interior de los contenedores (si aplica) de instalación de los equipos dentro de la Sala de Control y Monitoreo.**

3.5.9. Conexiones de control

Se implementará una red LAN para facilitar el sistema de comunicación. Se empleará un conmutador (switch) LAN gestionable de características mínimas necesarias que será definida en el Apartado 3.3.2 "Workstatement", considerando lo especificado en el ANEXO 5.10 "SERVICIOS DISPONIBILIZADOS POR LA SUPERINTENDENCIA DE INFORMÁTICA DE LA IB".

Se suministrará un sistema de fibra óptica que incluirá un cable de fibra óptica monomodo de tipo no metálico y con vaina única. La especificación del gabinete de conexión cruzada para este sistema de fibra óptica será la siguiente:

- **Tipo de cerramiento IP 65.**
- **El armario debe tener una dimensión adecuada de alto, ancho y profundidad para el doblado de cables ópticos.**
- **Todos los núcleos de los cables deben estar terminados.**
- **Adecuado para instalar el controlador programable para la integración de toda la información para control y supervisión de la planta solar flotante y sus sistemas auxiliares, el conmutador Ethernet y conversores de medios.**
- **Deberá incorporar circuitos de alimentación adecuados para los dispositivos electrónicos presentes en el cuadro de conexión cruzada, así como para los sistemas auxiliares necesarios.**
- **En la central hidroeléctrica ITAIPU Binacional, se deberá suministrar e instalar un cuadro equivalente destinado a alojar los equipos terminales de fibra óptica, switches de red y otros elementos esenciales para la integración por comunicaciones de los sistemas especificados para la planta fotovoltaica. Este cuadro también debe conectarse a la red del sistema SCADA existente en la central, y, además, debe proporcionar espacio para los demás equipos y servicios especificados para su instalación en la central hidroeléctrica.**

3.5.10. Sistema Antivertido

Toda la energía que se produzca mediante la PSF debe ser consumida tanto por el Data Center, como por el área prioritaria MD. La solución antivertido deberá encargarse de la supervisión y análisis de los consumos y parámetros eléctricos procedentes de aquellos equipos de medida existentes y a ser instalados, para posteriormente actuar sobre los equipos pertinentes.

El sistema antivertido debe ser capaz de evitar vertido de energía a la red de acuerdo con lo especificado en el Real Decreto RD 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica (Se toma como referencia para la elaboración de esta Especificación Técnica la normativa española: https://autoconsumo.unef.es/real-decreto-244-2019/).

Así mismo, el diseño del sistema se realizará siguiendo los requisitos y ensayos del sistema expuestos en la UNE 217001:2020: Requisitos y ensayos para sistemas que eviten el vertido de

energía a la red de distribución (Se toma como referencia para la elaboración de esta Especificación Técnica la normativa española).

La norma específica que se debe garantizar el saldo consumidor en todo momento en el PCC de la planta:

"La potencia en el punto de conexión a red debe mantenerse con saldo consumidor, siempre que exista un consumo interno superior al valor de tolerancia del sistema de medida, calculada como la suma de la clase de exactitud del equipo de medida de potencia y la clase de los transformadores o sondas de medida de corriente. Cualquier valor que incumpla el requisito anterior deberá de ser corregido en un tiempo inferior a 2 segundos, mediante la limitación de la generación, o su disparo."

De acuerdo con lo expuesto en el RD 244/2019 los sistemas para evitar el vertido de energía a la red pueden basarse en dos principios de funcionamiento distintos:

1) **Evitar el vertido a la red mediante un elemento de corte o de limitación de corriente. La opción de corte permite utilizar sistemas de generación sin capacidad de regulación de la energía generada solo en el caso de instalaciones generadoras que no sean fotovoltaicas. Para evitar el vertido de energía a la red, deben disponer de sistemas de medida de la potencia intercambiada con esta, situados aguas arriba de la instalación generadora y de las cargas, que habiliten la desconexión de la generación de la red o la regulación de los sistemas de generación.**

2) **Regulación del intercambio de potencia actuando sobre el sistema generación-consumo (inversores/cargas). Este tipo de sistemas se basa en un elemento de control que ajuste el balance generación/consumo, evitando el vertido de energía en la red. Esto puede realizarse mediante control de las cargas, de la generación, o por almacenamiento de energía, u otros medios.**

El Contratista debe garantizar la regulación y limitación sobre los elementos generadores por encima de la desconexión. El sistema de control debe actuar sobre los inversores para hacerles funcionar en puntos de operación diferentes, ajustándose al consumo que exista en todo momento. Solamente se utilizará el recurso de desconexión de la planta en casos estrictamente necesarios.

De acuerdo con lo expuesto en el RD 244/2019, el sistema de control debe ser capaz de regular la potencia generada mediante la comunicación de consignas de control a los inversores. De esta manera se garantiza la correcta respuesta del sistema ante:

1) **Aumentos repentinos de irradiancia que puedan dar lugar a excesos de potencia generada respecto al consumo.**

2) **Disminuciones del consumo local por debajo de la potencia generada por la instalación fotovoltaica.**

La limitación de generación fotovoltaica, la opción que se escogerá por defecto, se realizará tomando como referencia un offset de seguridad definido en la instalación. De esta manera, en lugar de regular sobre saldo neto 0 kW en la acometida, siempre existirá un margen de seguridad a partir del cual la fotovoltaica no generará nada.

En caso de pérdida de comunicaciones entre la central de medida o los inversores y el controlador, se realizará la desconexión de los sistemas de generación, como recurso extraordinario.

La solución antivertido constará de varios dispositivos que actúan de manera sincronizada para lograr el objetivo de NO verter energía a la red hacia la Subestación Margen Derecha (SEMD). Entre estos dispositivos, se encuentran el Controlador Dinámico de Potencia (CDP), el analizador de Redes y varios Transformadores de Intensidad (TI).

La función de los transformadores de intensidad es medir la corriente en los diferentes puntos donde se necesite una medición, en este caso en la salida a los consumos y en la entrada de la SEMD. Puede ser una medida unidireccional o bidireccional (flujo inverso).

Los analizadores de redes son instrumentos capaces de analizar las medidas y los parámetros eléctricos de las redes a las que están conectados. Es el encargado de trasmitir al CDP toda la información relevante, en tiempo real, para la gestión de consumos energéticos en la instalación. El mismo deberá estar en la misma base de tiempo (sincronizado vía GPS) para evitar errores en la integración de las medidas realizadas en el CDP.

El CDP tiene por objetivo ajustar el nivel de producción de energía de todos los inversores en la instalación fotovoltaica al consumo existente. De esta forma, se consigue eliminar la inyección de potencia a la red.

En las siguientes figuras se puede ver un esquema tipo para cada una de las dos configuraciones, tanto para la de Central Inverter, como para la de String Inverter:

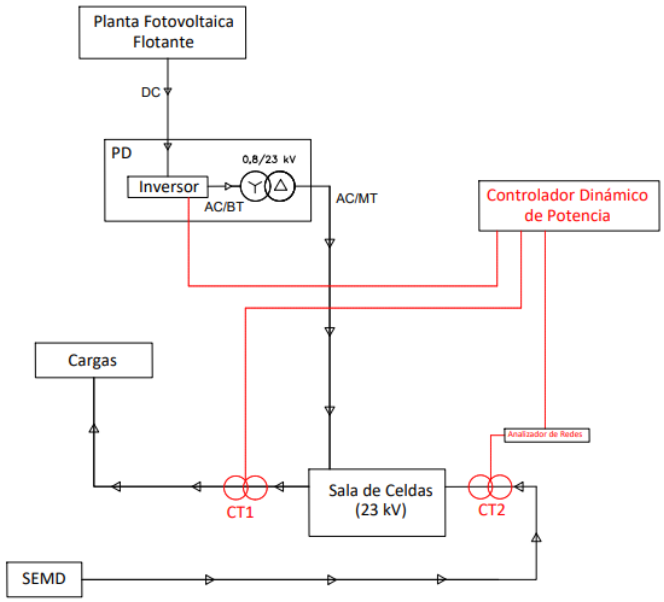


Fig. 10. Esquema del Sistema Antivertido para la configuración Central Inverter.

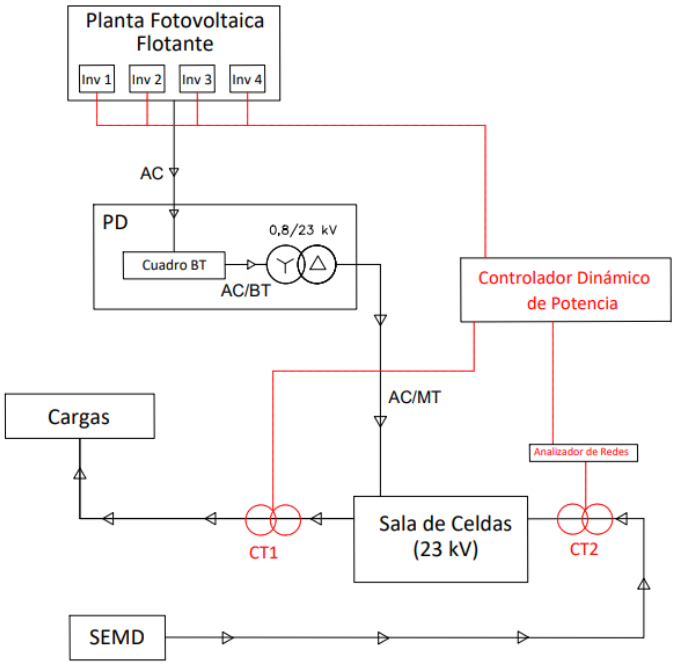


Fig. 11. Esquema del Sistema Antivertido para la configuración String Inverter.

3.5.11. Estación Meteorológica

El Contratista deberá proveer una estación meteorológica con mínimamente los siguientes instrumentos para la Planta Solar Flotante:

- **Celda de referencia calibrada para determinar la irradiación en el plano medio del panel generador.**
- **1 piranómetro calibrado para medir la irradiación solar global horizontal.**
- **Sensores térmicos para medir la temperatura del módulo con una incertidumbre de medida de hasta ± 1 °C, mínimamente 5 (cinco) sensores.**
- **Termopar blindado ventilado para medir la temperatura ambiente, con una exactitud de medición de ± 1 °C.**
- **Anemómetro montado en un mástil de 10 m para medir la velocidad del viento.**

El sitio de emplazamiento específico para la instalación de los equipos e instrumentos previstos será definido por la Fiscalización de la ER.GP de la ITAIPU Binacional, en el área de trabajo, vinculada a la Planta Solar Flotante.

Los datos generados deberán estar disponibles para monitoreo de forma remota. Se aclara que todos los instrumentos a ser proveídos deberán contar con la aprobación de la Fiscalización de la ER.GP de la ITAIPU Binacional.

3.5.12. Contenido Multimedia de la Sala de Control y Monitoreo

Se ofrecerán visualizaciones en tiempo real de la planta solar flotante, mostrando datos relevantes sobre la generación de energía, el rendimiento de los paneles solares y la contribución a la reducción de emisiones de carbono.

Además, contara con herramientas interactivas para involucrar a los visitantes en el seguimiento y análisis de diversos aspectos operativos y ambientales de la instalación:

- **Gráficos dinámicos y cifras actualizadas: los visitantes podrán obtener una comprensión instantánea del impacto ambiental positivo y la contribución a la sostenibilidad que representa la planta solar flotante.**

- **Simulaciones de escenarios: se ofrecerá la posibilidad de simular diferentes escenarios, como variaciones en la cantidad de radiación solar o cambios en la configuración de la planta. Esto permitirá a los visitantes comprender cómo la planta responde a diversas condiciones ambientales y cómo se adapta para maximizar su eficiencia energética en diferentes situaciones climáticas.**

- **Descripción detallada de componentes técnicos: Se incluirán secciones interactivas que proporcionen información detallada sobre los componentes técnicos clave de la planta, como inversores, baterías (si las hubiera) y sistemas de monitoreo. Los visitantes podrán explorar virtualmente la infraestructura, entender su funcionamiento y apreciar la tecnología empleada en la planta solar flotante.**

- **Experiencias educativas ludificadas: Para mejorar la participación y el aprendizaje, se integrarán elementos lúdicos en las pantallas interactivas. Los visitantes podrán participar en actividades virtuales que les permitan tomar decisiones relacionadas con la gestión de la planta, brindando una experiencia educativa lúdica y práctica.**

Por otro lado, debe tenerse en cuenta la decoración del lugar. Tanto en el interior como en el exterior, se incorporarán elementos gráficos y visuales que reflejen la temática medioambiental y sostenible de la planta solar flotante. Se utilizarán colores inspirados en la naturaleza, considerando la biodiversidad de la región. La disposición estética se orientará hacia la creación de un entorno acogedor que refleje el compromiso de la planta con la armonía entre la tecnología y el medio ambiente.

3.6. ITEM 40: ESTRUCTURA MECÁNICA

3.6.1. Introducción

El Contratista será el responsable del diseño, ingeniería, adquisición, embalaje, transporte, instalación, montaje, prueba y puesta en servicio de los sistemas de amarre y el sistema flotante.

Los sistemas se diseñarán de tal forma que permitan la instalación de la Planta solar flotante de 1 MWp en el embalse de la Central Hidroeléctrica de la ITAIPU Binacional.

Las condiciones del embalse se describen en el Apartado 2.1 "Información General" de las EETT, donde se han tenido en cuenta todas aquellas condiciones que afectan directamente al correcto dimensionamiento de estos sistemas. No obstante, el Contratista se encargará de realizar las mediciones y estudios necesarios para caracterizar de forma exacta el sitio y en consecuencia diseñar los sistemas de amarre y fondeo, así como el sistema flotante.

El diseño del sistema flotante y del equipo de amarre y fondeo debe adaptarse a las condiciones específicas de un embalse de agua dulce, garantizando que el material seleccionado no cause impactos ambientales a lo largo de la vida útil del sistema. La plataforma flotante se instalará

exclusivamente en la ubicación especificada en este documento y no debe interferir con la navegación en el embalse.

Es crucial que el diseño del sistema de flotación, así como del amarre y fondeo, sea meticuloso para prevenir desplazamientos no deseados durante condiciones climáticas adversas, como vientos fuertes y cambios significativos en el nivel del agua. Se diseñará para ser resistente, seguro y con una vida útil de 30 (treinta) años.

En cuanto a los cambios significativos en el nivel del agua deben considerarse los valores límites históricos de 215,33 a 220,50 msnm en el embalse y una profundidad aproximada de 5 m en el sitio de emplazamiento para realizar un diseño óptimo.

Asimismo, se solicita que el diseño del sistema de flotación sea innovador y presente las mejores opciones técnicas para la instalación, como la posibilidad de ajuste en inclinación u orientación. Este diseño modular debe permitir la creación de pasillos para facilitar tareas de mantenimiento y operación, así como la instalación de cables conductores y en su caso la instalación de inversores strings.

A menos que se indique lo contrario, el Contratista deberá llevar a cabo el diseño basándose en su experiencia y cumpliendo con los códigos y normativas pertinentes, detalladas en el apartado 3.6.2, siempre y cuando dichos códigos no entren en conflicto con las leyes y regulaciones vigentes en Paraguay y/o Brasil.

En cualquier caso, el Contratista deberá proporcionar como mínimo a ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación la siguiente información sobre los sistemas comentados:

- **Layout general de los sistemas flotantes y de amarre y fondeo, así como planos de detalle de los diferentes equipos y componentes.**
- **Detalle de las posibles obras mecánicas o civiles asociadas a los sistemas de amarre y fondeo.**
- **Catálogo de equipos y fichas técnicas de los mismos.**
- **Informes relacionados con la certificación de los materiales, así como aquellos que verifiquen el correcto funcionamiento de los sistemas.**
- **Simulación 3D para el diseño, transporte, y montaje de los sistemas de flotación y los sistemas de fondeo y amarre.**
- **Métodos y procedimientos de montaje de los sistemas, así como los procedimientos de inspección.**
- **Manual de instrucciones de operación y mantenimiento.**
- **Procedimientos de puesta en marcha y pruebas.**
- **Lista de repuestos operativos recomendados.**

3.6.2. Normas y certificaciones

3.6.2.1. Flotadores

El diseño del sistema de flotación debe ajustarse a los estándares especificados a continuación, según corresponda al tipo de sistema flotante seleccionado para el proyecto. No obstante, estas especificaciones técnicas no restringen el uso de cualquier estándar reconocido internacional y comúnmente empleado, según la ITAIPU Binacional.

- **ASTM D1693 (o equivalentes estándares ISO): Prueba de Agrietamiento por Esfuerzo Ambiental de HDPE.**
- **ISO 16770: Resistencia al agrietamiento por esfuerzo de HDPE.**
- **ISO 15410:2003 o BS 6920:2014 equivalente: Prueba de compatibilidad con agua potable, Material seguro para agua potable.**

- **Directiva RoHS 2002/95/CE: Prueba de Restricción de Sustancias Peligrosas.**
- **ASTM D790 (o equivalentes estándares ISO): Métodos de prueba estándar para Propiedades Flexurales de Plásticos Reforzados y no Reforzados y Materiales Aislantes Eléctricos.**
- **ISO 178: Plásticos - Determinación de propiedades flexurales.**
- **ASTM D638, ISO 527: Método de prueba estándar para Propiedades de tracción de plásticos.**
- **ISO 16770: Prueba de Fluencia Completa de Muesca (FNCT).**
- **ASTM D695, ISO 604: Método de ensayo normalizado de las propiedades de resistencia a la compresión de los plásticos.**
- **ASTM D2565 (o equivalentes estándares ISO): Práctica estándar para Exposición al Xenón-Arc de Plásticos destinados a aplicaciones exteriores.**
- **ASTM D4329 (o equivalentes estándares ISO): Práctica estándar para la exposición a plásticos de aparatos de lámparas fluorescentes ultravioleta (UV)ASTM D1693-15 (o equivalentes estándares ISO): Método de prueba estándar para el agrietamiento por esfuerzo ambiental de plásticos de etileno.**
- **IS 15410:2003 o equivalente BS6920: Contenedores para envases de agua mineral natural y agua potable envasada.**
- **ASTM B117-16, ISO 9227: Ensayo de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina.**
- **ASTM E1347, ISO 4582: Plásticos. Determinación de los cambios de coloración y variaciones de las propiedades después de la exposición a la radiación solar bajo vidrio, al envejecimiento natural o a las fuentes de radiación de laboratorio.**

3.6.2.2. Sistemas de amarre

En este caso se seguirán los siguientes estándares o recomendaciones:

- **DNVGL -OS-E301: Posición del sistema de amarre.**
- **BS6349:2000 (o equivalentes): Códigos de Práctica para el Diseño y Construcción de Estructuras Marinas.**
- **API RP 2SK (Americano Petróleo Instituto) en el diseño y el análisis de los anclajes de estructuras flotantes.**
- **DNVGL-C205 para la modelización, el análisis y la previsión de condiciones ambientales, así como para el cálculo de cargas ambientales sobre las estructuras.**
- **DNVGL-OTG-18: Amarre cerca de la costa a largo plazo.**
- **DNVGL-RP-0584: Diseño, desarrollo, operación y desmantelamiento seguros, sostenibles y sólidos de proyectos de energía solar fotovoltaica flotante (FPV).**
- **IEC 61730: Cualificación de seguridad de los módulos fotovoltaicos.**

3.6.3. Sistema de Flotación

El sistema de flotación debe contener como mínimo los siguientes equipos y accesorios:

- **Flotadores para el soporte de los módulos fotovoltaicos.**
- **Flotadores para pasarela para tareas de operación y mantenimiento.**
- **Flotadores para albergar los cables de red y control necesarios.**
- **Accesorios de conexión para permitir el ensamblaje de los flotadores existentes.**
- **Accesorios necesarios para permitir el ensamblaje de los módulos fotovoltaicos.**
- **Herramientas y útiles necesarios para el correcto montaje del sistema (si procede).**
- **Pasarela desde la tierra hasta la planta solar flotante de hasta 50 metros.**

3.6.3.1. Características de los flotadores

Los sistemas de flotadores deben estar fabricados preferentemente en polietileno de alta densidad (HDPE/PEAD) y se admiten posibles aditivos como la poliamida con fibra de vidrio resistente a rayos ultravioleta (UV) especialmente para las uniones. En cualquier caso, atendiendo una vida útil de mínimamente 30 años, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1) **Resistencia a la Intemperie: Resistencia a la degradación causada por la exposición al sol, agua y otros elementos ambientales. Esto es esencial para garantizar la durabilidad a largo plazo en entornos acuáticos.**
2) **Flotabilidad: La principal función de los flotadores es proporcionar flotabilidad a la plataforma solar. Se debe garantizar el uso de materiales livianos y preferentemente HDPE /PEAD capaces de ofrecer la flotabilidad necesaria para mantener la estructura en la superficie del agua.**
3) **Estabilidad dimensional: Deben mantener su forma y resistir deformaciones bajo cargas de peso y condiciones ambientales cambiantes.**
4) **Resistencia química: En función de la calidad del agua se debe garantizar la exposición a posibles elementos químicos.**
5) **Baja absorción de agua: Garantizar la baja absorción al agua para mantener la flotabilidad y resistencia estructural a lo largo del tiempo.**
6) **Durabilidad: Potenciar la durabilidad del sistema y la resistencia al desgaste, lo que contribuye a la vida útil prolongada de los sistemas fotovoltaicos flotantes. Se debe garantizar la vida útil equivalente a la de los módulos fotovoltaicos.**
7) **No contaminante: Se debe tener en cuenta que sea reciclable y que no afecte ni contamine la calidad del agua del embalse.**

Como consideración adicional, el Contratista deberá probar el comportamiento aerodinámico del sistema flotante sometiéndolo a una prueba de túnel de viento o a un estudio CFD en su defecto en el que se prueben las condiciones del viento en las distintas direcciones, en cualquier caso, se deberá presentar para ser revisado y aprobado por la ER.GP de la ITAIPU Binacional.

Los informes de prueba de flotación, el informe de prueba de material, las pruebas de las propiedades mecánicas, la prueba de viento anteriormente comentada, así como las demás pruebas de flotación pertinentes relacionadas con el diseño del sistema deben ser presentados para su revisión y aprobación por la ER.GP de la ITAIPU Binacional.

Tras las consideraciones anteriores, las especificaciones mínimas para el sistema flotante a seguir se listan en la tabla siguiente:

Tabla 15. Especificaciones técnicas mínimas para los sistemas flotantes.

Flotadores paneles solares, equipos eléctricos y cables	
Material del flotador	Preferentemente HDPE/PEAD con protección UV. Observaciones en Nota 1
Resistencia a la temperatura	-10ºC / 50ºC
Espesor mínimo del flotador	Preferentemente 2 mm Menor a 2 mm, sujeto a aprobación previa presentación de los cálculos estructurales en la etapa de Workstatement.

	Observaciones en Nota 2
Área mínima transitable para mantenimiento entre módulos fotovoltaicos, integrados en los flotadores	Preferentemente HDPE/PEAD con protección UV. Observaciones en Nota 1
Flotabilidad mínima hasta el calado del módulo fotovoltaico	85 kg/m²
Resistencia mínima a la tracción	770 kg
Rango del ángulo de inclinación de los flotadores	3° - 15°
Velocidad del viento mínima de diseño	La velocidad mínima última del viento para el diseño estará de acuerdo con la normativa UNE-EN 1991-1-1-4:2018 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento o en su defecto la norma paraguaya NP 196.- 50m/s
Flotadores para pasarela y mantenimiento	
Material del flotador	Preferentemente HDPE/PEAD con protección UV. En el caso de estructuras de acero, se debe proporcionar un revestimiento para protección contra la corrosión.
Ángulo de inclinación de los flotadores	0° superficie totalmente horizontal para permitir el paso.
Espesor mínimo de los flotadores del área central transitable	Preferentemente 4 mm Menor a 4 mm, sujeto a aprobación previa presentación de los cálculos estructurales en la etapa de Workstatement. Observaciones en Nota 2
Carga mínima de diseño para la pasarela	120 kg/m²
Ancho mínimo de pasarela transitable para mantenimiento entre módulos fotovoltaicos, integrados en los flotadores	180 mm
Resistencia mínima a la tracción	820 kg
Superficie de los flotadores	Antideslizante
Materiales del equipo de conexión	
Conexiones existentes	Uniones de flotadores: Tornillería y tuercas PA6 y fibra. -Fijación de los paneles: Aluminio 6063 T6 Universal. -Otra tornillería: AISI 306. Todos los elementos metálicos deben estar provistos del correspondiente revestimiento anticorrosivo.
Resistencia mínima de conexión	Deberá soportar cualquier fuerza debida al funcionamiento del sistema, incluidas las condiciones del sitio, como el viento y las olas, el cambio de nivel del agua, entre otras. El

	factor de seguridad debe ser de mínimamente 1,5 para la verificación de los cálculos de diseño.
Normas de diseño	**Normas internacionales o normativa de interés relacionadas con el diseño estructural de este Proyecto.**

Nota 1: En caso de que sea demostrada mediante cálculos estructurales y proyecto de ensayos mecánicos además de ser evidenciado con flotadores de las mismas características en operación en instalaciones en funcionamiento de al menos un año, se aceptaran flotadores fabricados en polietileno de densidad media. No hay restricciones de fabricación por rotomoldeo.

Nota 2: En caso de que sea demostrada mediante cálculos estructurales y proyecto de ensayos mecánicos además de ser evidenciado con flotadores de las mismas características en operación en instalaciones en funcionamiento de al menos un año, se aceptaran flotadores con espesores inferiores a los referenciales en zonas de bajo esfuerzo mecánico.

Otras consideraciones de diseño del sistema flotante a tener en cuenta se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16. Características de referencia de los sistemas de flotación.

Descripción	Característica	Observaciones
Factor de seguridad	**1,2**	**Factor de seguridad mínimo garantizado por fabricante.**
Geometría	**Flotadores individuales modulares con uniones atornilladas resistentes a la corrosión.**	**El diseño del flotador será diferente de acuerdo con el tipo de uso, esto es, la geometría puede cambiar dependiendo si son flotadores de soporte para los paneles, de las pasarelas o los que soportan cableado y equipos eléctricos.**
Espesor	**- Espesor mínimo uniforme de 2 mm en las áreas no expuestas a la radiación.** **- Espesores mínimos diferentes de no menos de 4 mm en áreas sometidas a mayor estrés mecánico.**	**Ver Nota 2**
Flotabilidad mínima	**85 kg/m²**	**Se garantizará un mínimo de flotabilidad de 85 kg/m². Independientemente del tipo de flotador y su uso.**
Dimensiones de referencia	**1309 x 1005 x 400 mm**	**El tamaño del flotador será diferente de acuerdo con el tipo de uso y aplicación. Puede cambiar dependiendo si son flotadores de soporte para los paneles, de las pasarelas, o aquellos que soportan cableado y equipos eléctricos. En cualquier caso, deberá ser**

Descripción	Característica	Observaciones
		aprobado por ITAIPU Binacional.
Dimensiones mínimas de pasarela transitable	1200 x 500 mm	La pasarela debe ser diseñada para soportar el paso del personal de mantenimiento, permitiendo al menos dos personas por módulo/flotador.
Método de fabricación	El proceso de manufactura del cuerpo flotante será preferentemente mediante moldeo por soplado / inyección o equivalente.	Ver Nota 1
Materiales	Preferentemente HDPE, PA6 reforzado con fibra, aluminio 6063 T6, AISI 306.	Se indican en la tabla anterior, se consideran dependiendo del tipo de sistema (grapas o clips de fijación, así como las uniones de los flotadores). Ver Nota 1

3.6.3.2. Disposición del sistema flotante

La configuración final del sistema flotante se instalará en el área predefinida por ITAIPU Binacional indicada en el ANEXO 5.2. "PLANO DE UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS DEL EMPLAZAMIENTO". El diseño tendrá en cuenta los diferentes sistemas, así como la geometría y las cargas a soportar. El Contratista debe garantizar un sistema que contemple los módulos fotovoltaicos y los demás equipos requeridos para el correcto funcionamiento de la PSF.

El sistema flotante debe estar diseñado para cargas específicas, incluida la carga del equipo fotovoltaico y del personal de mantenimiento, y resistir condiciones ambientales severas. El diseño debe incorporar elementos de conexión resistentes para soportar fuerzas mecánicas tales como viento, oleaje, cambios en el nivel del agua, corrientes, gradientes de temperatura, entre otras.

Todos los elementos metálicos deben ser resistentes a la corrosión, por lo que tendrán un recubrimiento galvanizado y otro especial. La pintura, en su caso, deberá ser de alta resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas. Todo el diseño y/o propuesta, en este ámbito, elaborado por el Contratista deberá ser revisado y aprobado por la ER.GP de la ITAIPU Binacional.

Si los flotadores tienen aditivos necesarios para la protección UV y, ante el medio que los contiene, no deberán ser dañinos para el medio ambiente.

En cualquier caso, los cálculos del equipo del sistema flotante se someterán a la revisión y aprobación de la ER.GP de la ITAIPU Binacional.

Entre las características del sistema destaca que debe ser fácilmente montable y desmontable, liviano y capaz de reemplazarse sin herramientas pesadas. Si el equipo no puede repararse o reemplazarse en el sitio, el flotador estará diseñado para poder desconectar el sistema de enlace y arrastrarlo al terreno firme.

El sistema de flotación deberá incluir flotadores para soportar los cables de alimentación y control que se extenderán entre la PSF y el PD ubicado en tierra. El tendido se diseñará evitando que el cableado se sumerja. El cableado se diseñará teniendo en cuenta las posibles fluctuaciones de los niveles del embalse.

El Contratista debe considerar una pasarela, como parte de la PSF que sea de acceso fácil y seguro al personal para llevar a cabo las tareas de operación y mantenimiento. Además, se tendrá en cuenta un espacio mínimo para evitar los posibles daños por colisión debido a las condiciones meteorológicas adversas. El Contratista preservará la integridad de la instalación, teniendo en cuenta el espacio suficiente para evitar daños por colisión entre los diferentes módulos debidos al movimiento del flotador.

Las pasarelas deben ser instaladas sin dejar espacio entre el corredor y los equipos, garantizando dimensiones adecuadas para facilitar las tareas de operación y mantenimiento, así como el reemplazo de módulos fotovoltaicos y la limpieza de la superficie de estos. La superficie de la pasarela debe ser antideslizante para garantizar la seguridad. La pasarela debe diseñarse para soportar el paso del personal de mantenimiento, permitiendo al menos dos personas por módulo/flotador.

El diseño de una pasarela que conecta a la PSF con la margen del embalse más próxima al puesto de distribución (PD) deben considerar factores clave como resistencia y estabilidad, materiales resistentes a la intemperie, facilidad de acceso y movilidad, altura adecuada sobre el agua, anclaje seguro y el drenaje efectivo. En cualquier caso, el Contratista será el encargado de realizar un diseño óptimo de la pasarela que podrá contar con una parte fija y una flotante, la misma será propuesta por el Contratista a la ITAIPU Binacional y deberá contar con la aprobación de la ER.GP para su ejecución y montaje.

Durante el mantenimiento, el flotador debe soportar tanto el peso de las piezas/equipos de repuesto como el del personal. Se requiere un Manual de Mantenimiento previamente aprobado por ITAIPU Binacional donde figura el procedimiento del método de mantenimiento.

Alrededor de la plataforma deben ser instalados flotadores para protección lateral, garantizando dimensiones adecuadas para prevenir impactos causados por objetos flotantes arrastrados por el viento y/o corrientes del río, manejo accidental de embarcaciones y/o de la propia plataforma, evitando así posibles daños a los paneles fotovoltaicos y otros equipos instalados en la misma.

El diseño del sistema debe garantizar una vida útil de al menos 30 (treinta) años.

La garantía de los flotadores debe ser proporcionada por el fabricante y cubrir un período no inferior a (10) años, incluyendo daños por condiciones normales y ambientales extremas. El certificado de garantía correspondiente debe ser presentado a ITAIPU Binacional.

3.6.4. Sistema de Amarre

El diseño y la certificación del sistema de amarre deben realizarse principalmente de acuerdo con los principios descritos en el apartado relativo a la normativa de aplicación de los sistemas de amarre y fondeo 3.5.1. Alternativamente, el Contratista tendrá en cuenta aquella normativa que garantice el mismo nivel de seguridad o superior, pero, en tal caso, deberá demostrarse explícitamente la idoneidad de la norma elegida para su revisión y aprobación por parte de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

La documentación y los cálculos de diseño se deben entregar para su revisión y aprobación a la ER.GP de la ITAIPU Binacional.

El diseño del sistema de amarre y fondeo debe garantizar que se adapta específicamente al emplazamiento de la Planta Solar Flotante, por lo que, como mínimo se considerará lo siguiente:

1) Geotecnia del emplazamiento.

2) Batimetría/Topografía.

3) Variación del nivel del agua.

4) Cargas ambientales previstas, como mínimo las siguientes:

a. Carga de viento.

b. Carga derivada de las corrientes (fuerza de las corrientes y variación del nivel del agua).

c. Olas (si a partir de los estudios a realizar se considera pertinente).

5) Diseño del sistema fotovoltaico.

El Contratista diseñará, suministrará e instalará un sistema de amarre flexible con amortiguamiento progresivo que sea capaz de estabilizar y mantener la estructura flotante en una posición determinada independientemente de las cargas externas, variaciones en el nivel del embalse y las condiciones ambientales.

La siguiente tabla muestra las consideraciones mínimas a la hora de diseñar el sistema de amarre y fondeo.

Tabla 17. Características de los sistemas de amarre y fondeo.

Descripción	Característica	Observaciones
Factor de seguridad	1,5	Factor de seguridad mínimo garantizado por fabricante.
Geometría	- Líneas elásticas por tensión. - Fondeo por gravedad al suelo.	El diseño de las líneas de amarre y fondeo debe adecuarse en todo caso al emplazamiento y las características del mismo.
Profundidades	0,5 – 7 m	El diseño de las líneas de amarre y fondeo debe adecuarse a la profundidad del embalse en la zona del Proyecto.
Fluctuaciones nivel del agua	0,5 - 5 m	El diseño del sistema de amarre y fondeo debe ser capaz de adaptarse las fluctuaciones del nivel del agua.
Altura de ola	1 m	Se deben garantizar sistemas de amarre y fondeo capaces de aguantar como mínimo olas de 1 m.
Velocidad de viento mínima de diseño	Sistemas que garanticen hasta 180 km/h según la norma paraguaya NP196	La velocidad mínima del viento para el diseño estará de acuerdo con los estándares o recomendaciones prácticas.

El sistema de amarre y fondeo deberá estar protegido contra la corrosión y la fatiga. Para el diseño deben considerarse las fluctuaciones del nivel del embalse, el viento, el oleaje y otras cargas que consideren óptimo funcionamiento del sistema de amarre. Si aplica, el dispositivo de amarre con línea de fondeo elástica debe quedar protegido mediante un sistema de amortiguamiento progresivo el cual no permita que el material se estire por encima de su máxima elongación admisible. El Contratista contemplará en cualquier caso las situaciones de carga crítica y evitará los picos de fuerza y las cargas críticas que puedan dañar los sistemas, teniendo en cuenta siempre el factor de seguridad solicitado en la tabla anterior.

El Contratista deberá diseñar un sistema de amarre al fondo del río. Este método de anclaje incrustado contribuirá a aumentar la estabilidad y la resistencia para soportar las fuerzas causadas por el viento, las olas, los cambios en el nivel del agua y otras condiciones ambientales.

El diseño del sistema de fondeo debe permitir la conexión de las líneas de amarre en la esquina u otra posición de la estructura flotante a la base del amarre. La PSF estará ubicada en una zona lo suficientemente profunda para que los puntos de amarre no queden en ningún momento al descubierto, evitando de esta manera posibles roces que contribuyan al desgaste y/o daños del sistema.

Los tipos de cimentación del amarre incluirán anclajes en el fondo con pesos muertos de hormigón en masa, considerándose un sistema de anclaje por gravedad.

El Contratista enviará a la ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación, la metodología contemplada para la remoción de sedimento en el fondo del embalse y las consideraciones pertinentes a la gestión ambiental de los mismos.

El sistema de fondeo debe operar bajo las condiciones expuestas anteriormente, ambientes altamente corrosivos y sin perjudicar la calidad del agua del embalse. Asimismo, debe considerar las fluctuaciones relativas a los cambios del nivel de agua del embalse, por lo que deben diseñarse para soportar fluctuaciones de 5 metros.

Los niveles históricos máximos y mínimos del embalse son de 220,5 y 215,33 msnm respectivamente. El Contratista debe tener en cuenta la batimetría del emplazamiento con el fin de hacer los cálculos respectivos de las cargas a considerar.

La tracción y compresión de las líneas se debe tener en cuenta evitando el balanceo debido a la diferencia de longitud de las distintas líneas por las posibles irregularidades del fondo del embalse.

Deberá ser presentado a la ER.GP para su revisión y aprobación, la cantidad de líneas de fondeo, número de amarres, distancias entre planta y punto de anclaje se dimensionará teniendo en cuenta las cargas a soportar. El Contratista deberá asegurar en cualquier caso el control de la estabilidad de la PSF.

El Contratista deberá hacer un estudio hidrodinámico para determinar la altura de la ola de diseño. En cualquier caso, el valor mínimo será de H=1 m.

El Contratista le entregará a ITAIPU Binacional la descripción completa de los sistemas y un Manual que contemple el procedimiento de mantenimiento. En dicho Manual deben quedar pautadas las inspecciones que deben realizarse para comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas a lo largo de toda la vida útil de la Planta Solar Flotante.

3.7. ITEM 50: OBRAS CIVILES Y ESTRUCTURALES

3.7.1. Introducción

Este capítulo abarca el cumplimiento normativo, la calidad del diseño, la selección apropiada de materiales y la ejecución precisa de las obras tanto permanentes como provisorias con base a lo establecido en el Apartado 3.3.2 "Workstatement".

3.7.2. Supervisión de las obras

El Contratista deberá, proporcionar los servicios de supervisores calificados (Perfil: Ingeniería) y con experiencia para las obras establecidas en este Apartado. Todos los gastos inherentes a este servicio corren por cuenta del Contratista.

Cada supervisor deberá estar presente en el lugar de trabajo en todo momento durante la ejecución de los trabajos bajo su responsabilidad que será definido en el Manual de Organización y Procedimientos del Proyecto MOPP incluido en el Apartado 3.3.2 "Workstatement" y en el Apartado 3.3.4 "Metodología de trabajo".

3.7.3. Normas y certificaciones

Estructuras:

- **Eurocódigo.**
- **EN 1990: Bases de cálculo de estructuras.**
- **EN 1991: Acciones en estructuras**
- **EN 1993: Proyecto de estructuras de acero**
- **AISC 360: Specifications for Structural Steel Buildings del American Institute of Steel Construction.**
- **ACI 318: Building Code Requirements for Structural Concrete.**
- **ASCE 7: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.**
- **AWS: Specifications from the American Welding Society for Structural Welds**
- **DNV's offshore codes and BE 6349: 2000: Especificaciones para el análisis y diseño de estructuras sujetas a cargas de oleaje. Se permite utilizar procedimientos conocidos y avalados internacionalmente.**
- **ISO 1461:2009 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.**
- **ISO 14713:2009 Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de zinc.**
- **NP 55 001 14 "Sitio y Arquitectura"**
- **NP 55 002 15 "Recursos Materiales"**
- **NP 55 003 16 "Eficiencia en el uso del Agua"**
- **NP 55 004 16 "Calidad Ambiental Interior"**
- **NP 55 005 16 "Energía y Atmósfera"**
- **Norma paraguaya NP196**
- **Normas aplicables vinculadas a la ABNT**

3.7.4. Criterios de diseño

El Contratista está obligado a diseñar, instalar y construir las obras civiles y estructurales en tierra, las cimentaciones del equipo para emplazamiento de los inversores (si aplica), el transformador, la caseta de comunicaciones, el suministro de servicios auxiliares, el equipo eléctrico, las pasarelas en caso de requerirse, las cercas y cerramientos para el área de equipo eléctrico exterior y demás elementos mencionados en los documentos y planos requeridas para el desarrollo de este proyecto.

Las edificaciones y estructuras deberán diseñarse y construirse de acuerdo con la disposición según reglamentos y códigos locales e internacionales consensuados previamente con ITAIPU Binacional. Además de los códigos y normas enumerados en el Apartado 3.7.3. "Normas y certificaciones" o el que sea más estricto. Los profesionales firmantes autorizados en los planos deberán acreditar que están autorizados para ejercer la profesión, e inscritos en el registro profesional de ingeniería, acreditados con la tarjeta o matrícula profesional de Paraguay y/o Brasil.

Se deberá considerar mínimamente para el diseño las condiciones de carga, metodología, paso a paso, esfuerzos admisibles, factores de seguridad y normas aplicables, deberán ser presentados para revisión y aprobación de la ITAIPU Binacional.

Ninguna omisión o ambigüedad en los planos o en las especificaciones eximirá al Contratista de la responsabilidad de suministrar material para cumplir con los requisitos mínimos previstos de la PSF.

3.7.5. Materiales

En cuanto a la elección de los materiales, el Contratista debe garantizar en todo momento las calidades mínimas especificadas en la normativa internacional o local, teniendo en cuenta aquella que sea más restrictiva.

En cuanto a la normativa internacional de aplicación:

- **El hormigón estructural cumplirá la normativa ACI318-14.**
- **El recubrimiento de las barras de acero de refuerzo será conforme a la ACI318 tabla 20.6.1.3.1**
- **Las barras de acero cumplirán lo definido en EN10080, la tabla 20.2.2.4a de la ACI318-14 y en caso de ser necesaria soldadura lo establecido en la AWS D1.4.**

3.7.6. Preparación del sitio

Es responsabilidad del Contratista la limpieza del sitio designado para la Construcción y Montaje de la PSF y de la eliminación de todos los materiales resultantes de la limpieza del lugar.

Una vez definidas las áreas a ser intervenidas, desde la fase de diseño se debe informar a ITAIPU Binacional para coordinar los respectivos permisos bien sean internos o con la autoridad competente. En caso de que se requiera tramitar permisos de tipo ambiental estos serán identificados por El Contratista para ser gestionados y coordinados con ITAIPU Binacional.

La demolición de estructuras que obstruyan el trabajo, la remoción y disposición de todo el material resultante del desmonte se manejará dentro del área designada informando previamente a ITAIPU Binacional para su correspondiente aprobación.

3.7.7. Obras civiles temporales

Las obras civiles temporales para acondicionar la zona de montaje y lanzamiento incluirán mínimamente:

- **Trabajos de acondicionamiento de la zona de montaje de la plataforma de lanzamiento de los flotadores. Considerar la rampa de acceso al agua existente, indicada en el Apartado 2.1.3 "Localización y descripción de puntos de referencia próximos a la PSF".**
- **Preparación del camino de acceso que permita un acceso completo y seguro a la zona de lanzamiento.**

3.7.7.1. Área de almacenaje temporal

Las áreas delimitadas para el almacenamiento de los equipos y materiales se indica en la figura 13. No obstante, dichas áreas se caracterizan por ser extensiones de terreno de aproximadamente 17.000 m² no cubiertas ni techadas. Es responsabilidad del Contratista la construcción y desmantelamiento posterior de cualquier instalación que preserve y proteja las características de los materiales y equipos, así como la preparación del camino que permita el acceso a estas áreas.

En cualquier caso, se debe velar por la conservación del emplazamiento tras el desmantelamiento de cualquier instalación temporal.

En caso de ser necesaria la extracción de árboles, será restituido cada uno por 10 plantines nativos que serán proveídos por ITAIPU Binacional y plantados por el Contratista.

ITAIPU Binacional indicará, para casos de necesidad, áreas adicionales y los accesos respectivos,

Fig. 13. Áreas destinadas al almacenamiento.

Techo y Cobertura

ITAIPU Binacional no proporcionará techos ni coberturas para los equipos y materiales. Es responsabilidad del Contratista velar por las coberturas y/o el almacenamiento seguro de los equipos y materiales que lo requieran.

El Contratista deberá presentar los diseños, planos y las memorias de cálculo de las estructuras del techo o de las coberturas para la revisión y aprobación por parte de ITAIPU Binacional, antes de su implementación. La aprobación de la ITAIPU Binacional no eximen al contratista de la responsabilidad por cualquier daño, incidente o perjuicio que pudieran ocasionar dichas estructuras y/o coberturas.

Cerramientos y Puertas en Malla de Alambre

A fin de evitar el acceso no autorizado y el vandalismo, se colocará una cerca y una puerta de malla de alambre u otro material que puede ser propuesto por la contratista para la revisión y aprobación de la ITAIPU Binacional, alrededor del área de trabajo definida en apartado 3.3.2. "Workstatement"

Los componentes de la cerca y la puerta de malla de alambre deben cumplir con las especificaciones o estándares y códigos internacionales o locales como se especifica en el Apartado 3.7.3. El diseño completo será presentado para revisión y aprobación de la ITAIPU Binacional.

Caseta de vigilancia provisoria

El Contratista podrá construir una caseta de vigilancia provisoria, con el fin de brindar seguridad a los materiales del suministro y a las herramientas del Contratista durante el tiempo de construcción de la Planta Solar Flotante.

Si aplica, el diseño y propuesta de ubicación de la caseta de vigilancia provisoria deberá ser presentado conforme cronograma establecido en el Apartado 3.3.5 a la ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación.

3.7.7.2. Espacios para oficina, almacén e Instalaciones temporales

Las informaciones presentadas a continuación son referenciales, basadas en buenas prácticas, para la ejecución del local de obras. La disposición y el diseño final deben ser aprobados por ITAIPU, antes del inicio de la ejecución de las instalaciones para el local de obras.

El Contratista por su cuenta, deberá proveer, diseñar, suministrar, instalar, equipar, operar y mantener las edificaciones e instalaciones de construcción temporal que necesariamente correspondan al objeto de estas especificaciones técnicas.

La edificación estará equipada con iluminación eléctrica y enchufes de pared, acondicionadores de aire. Las oficinas estarán provistas de suministro de energía eléctrica y telecomunicaciones para conexión telefónica e internet. El mantenimiento durante el período de construcción será responsabilidad del Contratista.

El Contratista debe informar a ITAIPU las necesidades de las demandas del local de obras para la infraestructura eléctrica, hidro-sanitaria, entre otras.

El Contratista es responsable de la interconexión con los sistemas existentes en la ITAIPU, debiendo realizar las adaptaciones y extensiones necesarias hasta los puntos puestos a disposición por la ITAIPU, conforme indicado en el Apartado 3.7.7.1.

En caso de que ITAIPU no disponga de la infraestructura, como en el caso de comunicación de datos y voz, el Contratista debe proveer medios para atender su demanda.

Los almacenes y las instalaciones de almacenamiento deberán tener la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del Contratista.

La ubicación de todas las edificaciones e infraestructura asociada se enviará a ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación.

3.7.7.3. Dispensario

Los frentes de trabajo con cincuenta (50) o más trabajadores deben tener un dispensario.
En este dispensario debe haber el material necesario para la prestación de Primeros Auxilios, según las características de la actividad desarrollada. Este material debe mantenerse guardado y a los cuidados de personal capacitado para ese fin.
Se considera un área de 15 m² para el dispensario en caso de atender la condición arriba expuesta.
En caso de menos de 50 trabajadores será necesario contar con botiquín de primeros auxilios completo y contar con un personal responsable para proporcionar primeros auxilios en caso de ser necesario.

3.7.7.4. Restitución final de Superficies

Una vez se hayan completado todos los trabajos de construcción, se restablecerán todas las superficies de suelo perturbadas por esta construcción o por la planta de construcción y operaciones.

3.7.7.5. Disposición de Material

El excedente de tierra será removido, depositado y nivelado en el área propuesta por la Contratista, el cual será analizado y aprobado por la ITAIPU Binacional.

3.7.8. Obras civiles definitivas

Es responsabilidad del Contratista realizar todas las obras civiles necesarias para poner en funcionamiento la planta Solar flotante, tales como:

- **Examinar, despejar y preparar el emplazamiento, incluida la ejecución de los estudios geotécnicos necesarios, si los hubiere, topográficos, de drenaje y de cualquier otro tipo.**
- **Preparación de la zona de montaje y lanzamiento.**
- **Realizar todo el desarrollo del sitio y los trabajos de tierra que sean necesarios para el comienzo de los trabajos de la Planta, incluyendo, pero no limitándose, a los movimientos de tierra, la preparación del suelo, la grava y materiales similares.**
- **Preparación del emplazamiento, incluyendo, pero no limitándose a la limpieza, relleno con compactación o consolidación, nivelación, movimiento de tierra/arena, mejora del suelo, dragado, eliminación, etc.**
- **Demolición de las instalaciones, la vegetación y los escombros existentes, según sea necesario.**
- **Remoción y rehabilitación de las instalaciones existentes, según sea necesario.**
- **Construcción de caminos internos y senderos necesarios para las actividades de operación y mantenimiento adecuados entren el Puesto de Distribución y la Planta Solar Flotante.**
- **Suministro de todos los materiales, consumibles, maquinaria y recursos humanos necesarios para la construcción de los requisitos de acceso, zanjas y cualquier otro elemento relacionado, edificios eléctricos y de control, edificio de almacenamiento, cimientos, senderos, dentro de los límites físicos del emplazamiento.**
- **Desarrollar un sistema de drenaje para aguas pluviales y aguas servidas.**
- **Suministro e instalación de sistema hidrosanitario para el servicio sanitario en el Puesto de Distribución.**
- **Obras civiles para la interconexión eléctrica según sea necesario.**
- **Cercado del sitio, cartelería y puertas de acceso controlado en todas las instalaciones eléctricas construidas en tierra.**
- **Canalizaciones subterráneas para circuitos de comunicación y alimentación eléctrica en baja tensión.**
- **Canalizaciones subterráneas para circuitos de media tensión, desde el Puesto de distribución hasta los ductos existentes indicados en el ANEXO 5.8. "PLANO REFERENCIAL DE DUCTOS SUBTERRÁNEOS EXISTENTES"**

El Contratista producirá conjuntamente los cálculos y planos en español detallando todas las etapas requeridas para ejecución de la obra civil. El diseño, suministro, fabricación de equipos, materiales, estructuras y otros componentes de las instalaciones deberán estar de acuerdo con la mejor práctica de ingeniería local actual o la última edición y adiciones de códigos, estándares y prácticas según corresponda, excepto que se indique lo contrario. El diseño y la especificación del trabajo deben cumplir con todas las leyes y regulaciones aplicables en Paraguay y Brasil. Todos los diseños de ingeniería deberán estar firmados por un ingeniero habilitado por el MOPC, cumpliendo los requerimientos de experiencia, estudios y reglamento requeridos para cada área de la ingeniería correspondiente.

Los códigos y estándares enumerados en el Apartado 3.7.3., en este documento se utilizarán para la preparación del diseño y el equipamiento. Se pueden usar otros estándares reconocidos, generalmente internacionales, cuando sea necesario para servir como pautas para la realización del diseño y del equipamiento proporcionado. Los mismos, no deberán estar en conflicto con los códigos y normas enumerados y deberán ser más estrictos en sus requisitos. Cuando ningún código o norma cubra un trabajo en particular, se aplicarán los requisitos de las Autoridades Locales y los requisitos de ITAIPU Binacional. En todo caso los diseños deberán ser coherentes con la física y mecánica de la estructura a instalar.

La instalación completa deberá estar compuesta por sistemas operativos y obras civiles completamente construidos, incluidos, entre otros, los siguientes:

1) **Preliminares, investigaciones adicionales, estudios del suelo y toda la investigación del sitio necesaria asociada con la construcción.**
2) **Disposición de la planta de energía solar flotante.**
3) **Preparación del sitio en donde se instalará el transformador de potencia, inversores, tableros, celdas y protecciones, cajas de string (si aplicara) etc.**
4) **Sala de control y monitoreo, vinculada al Puesto de Distribución.**
5) **Cimentaciones para el transformador de potencia y sus equipos.**
6) **Cimentaciones de equipos eléctricos (Inversores, tableros y otros).**
7) **Accesos viales al sitio donde se instalarán los inversores y el transformador (en caso de que aplique).**
8) **Sistema de drenaje (en caso de que aplique).**
9) **Cerramientos y portones.**
10) **Instalaciones de circuito de 23 kV y circuitos de telecomunicaciones y control.**

El Contratista deberá proponer un conjunto de esquemas/ planos básicos junto con la tecnología a utilizar para revisión y aprobación de la ER.GP, de acuerdo con el Apartado 3.3.2. "Workstatement".

Las obras civiles asociadas a la Planta Solar Flotante se diseñarán para proporcionar la seguridad y facilidad de servicio, con una vida útil mínima de 30 (treinta) años. Se deben tener en cuenta los criterios de diseño de durabilidad al diseñar todas las estructuras de la planta solar flotante, tanto en las fundaciones de la planta solar flotante, como en las oficinas vinculadas al PD y sistema de monitoreo y vigilancia.

Una vez finalizadas las obras, se retirarán todas las instalaciones temporales (si no se requieren) y se restablecerá el sitio a satisfacción de ITAIPU Binacional.

3.7.8.1. Rellenos y terraplenes

Se empleará material seleccionado para llevar a cabo los rellenos y terraplenes en las áreas donde se requieran compactaciones. Dichos rellenos y terraplenes serán construidos en capas horizontales de 20 cm mínimamente cada una, y cada capa será sometida a compactación mediante el uso de rodillos u otros métodos aceptados por ITAIPU Binacional.

La densidad de compactación de cada capa deberá ser, como mínimo, del 95% de la densidad máxima con un contenido óptimo de humedad, según lo establecido por la norma ASTM D698 cuando aplique, o del 70% de la densidad relativa de acuerdo con las normas ASTM D4253 y D4254 si estas pruebas son pertinentes. En caso de que el material no cumpla con la densidad especificada, se realizarán ajustes en los métodos de compactación según sea necesario para alcanzar la densidad requerida.

Adicionalmente, se llevarán a cabo ensayos de densidad de lleno en el lugar por cada 1000 m^2 de suelo compactado o relleno en cada capa, asegurando así un control de calidad efectivo durante el proceso de construcción.

3.7.8.2. Sala de Control y Monitoreo

La misma tendrá un papel crucial en la transformación y gestión eficiente de la energía generada y se concebirá como un espacio emblemático, enfocado en la sostenibilidad y diseñado para proporcionar a los visitantes una experiencia educativa enriquecedora.

Se deberá implementar una infraestructura de mínimamente 80 m² de dimensión, separada en 2 ambientes y un sanitario. Un ambiente será destinado a la Sala de Control con el Videowall descrito en el ANEXO 5.11 "EETT DE REFERENCIA DE VIDEO WALL" y el otro ambiente será utilizado como Sala de Monitoreo y didáctica sobre la planta solar flotante.

Estará diseñado para recibir a visitantes de manera cómoda y educativa. Se dispondrá de áreas de observación estratégicas desde las cuales los visitantes podrán disfrutar de las visualizaciones en las pantallas, mientras que se proporcionarán explicaciones didácticas sobre los aspectos técnicos y ambientales de la planta fotovoltaica. El espacio contará con información impresa, videos educativos y paneles explicativos, para que los visitantes puedan profundizar en su comprensión de la energía solar y la sostenibilidad.

El Contratista deberá remitir a la ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación el diseño (vistas en planta, cortes, fachadas e imágenes fotorealistas) de la Sala de Control y Monitoreo.

3.7.9. Señalización y Balizamiento

El trabajo incluye la fabricación, provisión e instalación de todos los letreros exteriores e interiores, elementos auxiliares y balizamiento en la PSF en el periodo de instalación y operación de esta.

Los letreros se incluyen en las siguientes categorías, pero no se limitan a ellas:

- **Señales direccionales y de instalaciones.**
- **Señales de fuego.**
- **Señales de seguridad y primeros auxilios.**
- **Letreros de cubículos, edificaciones y patios de infraestructura auxiliar.**
- **Señales de tráfico.**
- **Señales de construcción.**

3.7.9.1. Normas de calidad

Los letreros y símbolos deben estar de acuerdo con los estándares para letreros de seguridad de ITAIPU Binacional, como se especifica en el manual que se dará más adelante en la etapa de ingeniería en caso de que se requieran signos y símbolos que no se especifiquen en el manual correspondiente que será proporcionado por la ITAIPU Binacional, deberán cumplir o superar todos los requisitos de la edición más reciente de la Ley de Salud y Seguridad Ocupacional internacional y local.

Al proponer o diseñar la señalización, el Contratista deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- **Durabilidad.**
- **Visibilidad.**
- **Definición, evitación o ambigüedad.**
- **Consistencia.**
- **Ubicación**

Las señales de tráfico deben cumplir con las normas de tráfico locales en cuanto a color, tamaño y tipo. La señalización estará en español, portugués e inglés.

3.8. ITEM 60: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA PLANTA FLOTANTE

3.8.1. Introducción

En este segmento se detallan las labores correspondientes a la construcción, montaje e instalación de la totalidad de los dispositivos suministrados e implementados conforme a esta EETT y a lo establecido en el Apartado 3.3.2 "Workstatement", que abarca la etapa de recepción, descarga, almacenamiento, transporte, limpieza, montaje, instalación y demás tareas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de la PSF.

Estas actividades comprenden el ensamblaje integral de los dispositivos, así como el desmontaje y posterior reensamblaje de los equipos, cuando sea requerido para realizar ajustes. Esto también incluye la disposición de personal y equipo necesario para llevar a cabo pruebas y la puesta en marcha del equipamiento. El Contratista deberá presentar los procedimientos que llevará a cabo para la instalación de todos los dispositivos, sujeto a la revisión y aprobación de ITAIPU Binacional.

En caso de requerirse materiales adicionales para la completa instalación de determinados equipos, tales como mezclas de cemento, tacos, anclajes, soportes, pernos, electrodos de soldadura, entre otros, se suministrarán de acuerdo con las necesidades específicas que surjan durante el proceso de montaje, bajo total responsabilidad y cobertura del Contratista.

3.8.1.1. Señalización

El Contratista está obligado a suministrar todos los anuncios, avisos y señales luminosas destinados a proporcionar protección contra riesgos asociados con dispositivos eléctricos, conductores, componentes móviles de maquinaria, cuerdas, excavaciones, entre otros, con el objetivo de prevenir posibles lesiones al personal. Esta provisión debe ajustarse a las exigencias establecidas por las leyes y normativas pertinentes.

Es imperativo que los avisos cuenten con un diseño previamente aprobado y sean susceptibles de ser desplazados sin interferir con otras partes del equipo. Asimismo, se requiere que dichos anuncios cumplan con todas las disposiciones legales y normativas vigentes en Paraguay y Brasil.

3.8.1.2. Protección de Equipos

La totalidad del equipo debe contar con salvaguardas efectivas contra cualquier forma de deterioro, desde el momento de su descarga hasta que esté listo para la operación inicial.

Durante el proceso de construcción, se requiere que el equipo esté debidamente resguardado contra salpicaduras de soldadura. Asimismo, aquellos dispositivos que estén albergados o revestidos con vidrio, o que posean componentes susceptibles de rotura, deben recibir la protección necesaria para prevenir posibles daños.

3.8.1.3. Limpieza

Las superficies exteriores e interiores de la totalidad del equipo deberán ser sometidas a un proceso de limpieza exhaustiva, que incluya la eliminación de arena, suciedad y cualquier otro material

extraño, una vez retirado el embalaje y justo antes de su traslado a su ubicación definitiva. Para las tuberías y conductos, se requerirá el uso de aire comprimido para su limpieza.

Antes de la puesta en marcha de los elementos individuales del equipo, el Contratista procederá a la eliminación completa de cualquier residuo de suciedad. En caso de que las superficies de acabado hayan sufrido daños, el Contratista llevará a cabo las reparaciones necesarias. Asimismo, se llevará a cabo una limpieza minuciosa del interior de todo el equipo eléctrico, incluyendo relés y contactos eléctricos, antes de energizar el equipo. El Contratista es responsable de todos los residuos y escombros resultantes, deberá hacerse cargo del retiro del lugar y la disposición final de los mismos, así también, del orden y pulcritud del lugar posterior al retiro.

El Contratista mantendrá las instalaciones libres en todo momento de acumulaciones de materiales de desecho y basura producto de las operaciones de construcción y debidas a los trabajadores propios del Contratista.

3.8.1.4. Seguridad del personal, de terceros y prevención de accidentes

El Contratista asume la responsabilidad exclusiva de la seguridad y protección de su personal, terceros, el público en general, las obras, equipos, instalaciones, entre otros. En consecuencia, se espera que el Contratista cumpla rigurosamente con todas las leyes, decretos y reglamentos aplicables, tomando todas las medidas de protección necesarias con sus recursos propios para prevenir y eliminar la posibilidad de accidentes, pérdidas o daños de cualquier índole durante la ejecución de la obra, hasta la recepción definitiva del emprendimiento.

Como parte de estas medidas, el Contratista deberá suministrar, instalar y mantener vallas de seguridad, luces de advertencia apropiadas y suficientes, así como señales de peligro. También será responsabilidad del Contratista proporcionar Equipos de Protección Individual (EPI) para el personal, así como equipos y facilidades de rescate acuático, seguridad con cuerda, flotadores de salvamento, sogas de rescate, chalecos salvavidas con silbato, chalecos de seguridad y demás elementos necesarios para aquellos que trabajen en la zona del embalse. Esto deberá estar contemplado y listado en el Apartado 3.3.2. "Workstatement".

El Contratista deberá cumplir en todo momento con las normas de prevención de accidentes y seguridad aplicables a las distintas ocupaciones presentes en el sitio, así como con las normativas de seguridad requeridas en Paraguay/Brasil o emitidas por ITAIPU Binacional. El Contratista cooperará estrechamente con la Fiscalización de la ER.GP de la ITAIPU Binacional para promover prácticas seguras durante toda la ejecución del emprendimiento.

En caso de producirse cualquier accidente, el Contratista deberá notificar a ITAIPU Binacional por escrito dentro de las veinticuatro (24) horas posteriores a su ocurrencia. En particular, en el caso de accidentes graves que resulten en lesiones corporales a personas, el Contratista informará de inmediato a la fiscalización de la ITAIPU Binacional y los órganos pertinentes que correspondan. El Contratista en todos los casos será responsable de prestar los primeros auxilios y el traslado donde corresponda.

En situaciones de accidentes graves o fatales, el Contratista mantendrá inalteradas las condiciones existentes en el lugar en el momento del incidente para permitir que las autoridades realicen investigaciones pertinentes para determinar las causas del accidente.

Asimismo, el Contratista deberá establecer y mantener un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de acuerdo con la normativa internacional y local, el cual será presentado para revisión y aprobación por parte de la ITAIPU Binacional.

En relación con la responsabilidad legal, el Contratista asumirá la obligación de indemnizar y eximir a ITAIPU Binacional de cualquier reclamación o acción judicial presentada por cualquier persona

debido a pérdidas, daños o lesiones causadas por el Contratista, su personal, equipos o materiales pertenecientes al mismo.

3.8.1.4.1. Equipos de Protección Individual (EPI) para el personal

Se establece que todo el personal empleado en la obra debe estar provisto de los elementos de protección necesarios, incluyendo cascos, chalecos salvavidas con silbato, chalecos de seguridad y equipo de seguridad personal, de acuerdo con los requisitos específicos del trabajo asignado. En particular, los trabajadores que desempeñen funciones a una altura superior a 1,5 metros sobre el nivel del suelo deberán hacer uso de cinturones de seguridad apropiados, en casos donde no sea viable la instalación de barandillas o sistemas de protección colectiva. Se exige el cumplimiento de la normativa correspondiente al trabajo en alturas, la cual deberá ser incorporada en el programa de Seguridad y Salud en el Trabajo del Contratista. El uso de los equipos de protección individual es obligatorio.

3.8.1.5. Servicios de construcción

Esta sección aborda los requisitos relacionados con los servicios de construcción que debe brindar el Contratista de conformidad con las presentes especificaciones. El Contratista será responsable de proporcionar la totalidad de la planta de construcción, las instalaciones temporales, el equipo de construcción y los servicios públicos necesarios para llevar a cabo la obra. ITAIPU Binacional determinará los puntos de conexión específicos para el suministro durante la fase de construcción.

Los servicios de construcción necesarios para la ejecución de la obra serán proporcionados por el Contratista como se especifica.

3.8.1.5.1. Teléfonos y otros requisitos de comunicación del sitio

El Contratista proporcionará su propio teléfono, radios portátiles de dos vías y otras comunicaciones del sitio para satisfacer sus necesidades de comunicación y pagará todos los costos asociados con dichos servicios.

3.8.1.5.2. Agua potable

El Contratista deberá facilitar agua potable e instalaciones sanitarias para su propio personal, en conformidad con la legislación vigente aplicable. Se permite la provisión a través de acuerdos de suministro con ITAIPU Binacional o terceros, siempre y cuando se cumplan las normativas técnicas, sanitarias y los requisitos de permisos ambientales establecidos.

3.8.1.5.3. Instalaciones sanitarias

El Contratista proveerá y mantendrá instalaciones sanitarias, incluyendo baños para uso de su personal. Los inodoros portátiles se proporcionarán en la cantidad y ubicación que se requiera para atender de manera adecuada y conveniente las necesidades de todo el personal del Contratista y deberán cumplir con los requisitos de las regulaciones aplicables. El mantenimiento de los inodoros portátiles debe incluir inspección, limpieza y reposición de químicos diarios. No se permitirá al

personal de construcción utilizar los baños permanentes de la Central Hidroeléctrica ITAIPU BINACIONAL.

3.8.1.5.4. Vías de acceso y áreas de estacionamiento

El Contratista asumirá la responsabilidad tanto de la construcción como del mantenimiento de los caminos de acceso y las áreas de estacionamiento exclusivamente requeridos para el proyecto. Además, deberá garantizar que todo su personal se mantenga fuera de las zonas no asignadas para el uso del Contratista. Los empleados del Contratista deberán estacionar sus automóviles, camiones y otros vehículos únicamente en las áreas de estacionamiento designadas en el Apartado 3.7. o donde la fiscalización de la ER.GP lo indique.

Cualquier deterioro causado por el Contratista en las superficies de los corredores de acceso deberá ser reparado de manera oportuna y pronta por el mismo. De igual manera, las instalaciones de drenaje que resulten dañadas durante la colocación de tuberías subterráneas serán reparadas de manera pronta y a cargo del Contratista.

3.8.1.5.5. Protección contra incendios

El Contratista asumirá la responsabilidad integral de la protección contra incendios, tal como se detalla en este documento. Será incumbencia del Contratista desarrollar un Programa de Protección y Prevención de Incendios que abarque todas las actividades en el sitio. Esto incluirá la capacitación del personal en medidas de seguridad, procedimientos de extinción de incendios, así como la provisión de equipos adecuados para hacer frente a posibles situaciones de incendio. Se llevará a cabo la capacitación correspondiente para todo el personal del Contratista con respecto a estas medidas.

3.8.1.5.6. Especificación de protección contra incendios

El Contratista deberá proporcionar equipo de protección contra incendios adecuado en cada almacén, oficina y otras estructuras temporales/definitivas, y en cada área de trabajo que esté ocupando de acuerdo con la National Fire Protection Association (NFPA) y lo acordado con ITAIPU Binacional.

3.8.1.5.7. Recepción y manipulación

El Contratista recibirá, descargará y almacenará todo el equipo, materiales y suministros que lleguen al sitio del proyecto para el trabajo. El Contratista será responsable de cualquier daño a los equipos y materiales mientras esté bajo su custodia hasta la aceptación final de la obra. El Contratista mantendrá un inventario actualizado, preciso y un registro de la ubicación de todos y cada uno los equipos y materiales bajo su custodia. El Contratista proporcionará el Procedimiento de Manejo y Control de Materiales de equipo pesado para la revisión y aprobación de ITAIPU Binacional. El Contratista descargará todos los contendedores o equipos de transporte conforme cronograma definido en el apartado 3.3. Los materiales deben manipularse con el debido cuidado para evitar daños o pérdidas.

3.8.2. Supervisión de la instalación

El Contratista deberá, proporcionar los servicios de supervisores calificados (Perfil: Ingeniería) y con experiencia para los trabajos de instalación, prueba y puesta en marcha de los equipos. Todos los gastos inherentes a este servicio corren por cuenta del Contratista.

Los supervisores deberán tener experiencia en la instalación de módulos fotovoltaicos, equipos eléctricos y cables en plantas fotovoltaicas sobre tierra y flotantes.

Cada supervisor deberá estar presente en el lugar de trabajo en todo momento durante la ejecución de los trabajos por los que tiene la responsabilidad de supervisión.

3.8.3. Montaje del sistema flotante y de amarre

El Contratista llevará a cabo el ensamblaje e instalación de todas las estructuras flotantes de acuerdo con las directrices proporcionadas por el fabricante. Asimismo, será responsable de realizar todas las labores de montaje y desmontaje necesarias en la manipulación y colocación del sistema, siguiendo las recomendaciones e instrucciones del fabricante, así como los requisitos establecidos por ITAIPU Binacional en esta Especificación Técnica.

El sistema de amarre se instalará en la ubicación designada después de haber colocado las estructuras flotantes. Para llevar a cabo esta tarea, el Contratista deberá proporcionar todas las herramientas necesarias para la instalación, y asegurarse de que cumplan con las especificaciones establecidas.

Previo al ensamblaje, es obligatorio llevar a cabo una limpieza exhaustiva del equipo, eliminando completamente cualquier revestimiento protector y material extraño. Una vez finalizado el montaje, se requerirá realizar una limpieza minuciosa de todas las superficies externas, eliminando aceites, grasas, suciedad y cualquier otro material no deseado.

Cualquier punto acumulado o dañado en el equipo deberá ser renovado para restablecer el acabado original, garantizando la integridad, seguridad y estética del conjunto.

En cuanto a los trabajos subacuáticos (buceo), estos deberán ser ejecutados exclusivamente por personal debidamente calificado para esta labor. Las certificaciones del personal encargado de dichos trabajos deberán ser presentadas a ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación, asegurando así el cumplimiento de los estándares y requisitos necesarios.

Ninguna herramienta o material ajeno al sistema de anclaje y amarre podrá ser abandonado en el entorno subacuático. Se deberá contar con una supervisión especial y un inventario de objetos utilizados en el entorno subacuático para un mejor control, la misma deberá ser presentada para revisión y aprobación de la ER.GP.

3.8.3.1. <u>Hormigonado in situ</u>

Este apartado abarca las cuestiones relacionadas al concreto vaciado en el lugar e incluye el acero de refuerzo, los encofrados, el acabado, el curado y otros trabajos adicionales siguiendo la normativa de aplicación. El Contratista debe informar a ITAIPU con al menos 3 días hábiles de antelación las fechas, horarios y lugares en los que tiene intención de vaciar el hormigón.

Atendiendo el Apartado 3.3.2,"Workstatement". se deberán tener en cuenta mínimamente las siguientes consideraciones.

3.8.3.1.1. Hormigón premezclado

El concreto premezclado debe cumplir con la norma ASTM C94, salvo que se defina otra indicación en el apartado 3.3.2."Workstatement". Los camiones mezcladores deberán ser del tipo de tambor giratorio y deberán estar equipados con un tanque de agua de mezclado. Se deberán realizar pruebas de laboratorio para comprobar la resistencia del concreto, conforme definido en el Apartado 3.3.2. "Workstatement".

3.8.3.1.2. Pruebas de control de campo

Las pruebas de control de campo que consisten en pruebas de gradación de agregados, ensayos de asentamiento y ensayo de compresión con cilindros, serán realizadas por el Contratista. El Contratista debe proveer todos los equipos, suministros y los servicios de uno o más empleados según sea necesario para las pruebas de control de campo. Todas las pruebas y los ensayos de compresión deben ser realizados por un laboratorio certificado a expensas del Contratista. La frecuencia especificada en adelante para cada prueba de control de campo será definida en el Apartado 3.3. Si en la opinión de ITAIPU Binacional es necesario realizar ensayos de control de campo adicionales, se deben llevar a cabo dichos ensayos. Utilizar como referencia la NP195 de la INTN.

3.8.3.1.3. Ensayos de compresión

Se deben realizar dos juegos de dos cilindros de ensayo de compresión de hormigón de uno de los tres primeros lotes colocados cada día. Se harán dos juegos adicionales por cada 75 metros cúbicos adicionales o fracción mayor, vaciados en un día cualquiera. Un cilindro de cada juego se debe ensayar a una edad de 7 días y el otro cilindro de cada juego se debe ensayar a una edad de 28 días. Los cilindros de ensayo de hormigón se deben fabricar, curar, almacenar y entregar al laboratorio de acuerdo con la norma ASTM C31 y se deben ensayar de acuerdo con la norma ASTM C39. Cada juego de cilindros de ensayo de compresión debe ser marcado o etiquetado con la fecha y hora del día en que se fabricaron los cilindros, la ubicación en la obra donde se vació el hormigón representado por los cilindros, el número del camión de entrega o del lote, el contenido de aire y el asentamiento.

3.8.3.1.4. Informes de ensayos

El Contratista debe proporcionar a ITAIPU Binacional los informes certificados de todos los ensayos realizados por el laboratorio para su revisión y aprobación.

3.8.3.1.5. Accesorios

El Contratista debe proporcionar todos los soportes de barras, amarres, espaciadores, refuerzos, solado y otros accesorios de hormigón necesarios para mantener el refuerzo en su posición correcta y permitir la colocación adecuada del hormigón. El Contratista debe ser responsable del diseño de todos los sistemas de soporte de barras.

3.8.3.1.6. Ensayos de tracción

Los ensayos de tracción en RB 6 y 9 y DB 12 hasta 28 barras se realizarán de acuerdo con la norma ASTM A615.

3.8.3.1.7. Soldadura

La soldadura de refuerzo para cualquier propósito y la soldadura por puntos en particular está expresamente prohibida. Se debe presumir que los refuerzos sobre los que se haya realizado una soldadura no autorizada están dañados y dichos refuerzos serán retirados y reemplazados a costa del Contratista. Los materiales de reemplazo se deben ajustar a todos los requisitos de estas especificaciones. Los soldadores deben tener certificado de norma NP 12 003 17 o equivalente.

Cuadros de despiece de barras se deben preparar y comprobar los cuadros de despiece para la fabricación y colocación de los refuerzos. Estos cuadros se deben presentar a ITAIPU Binacional, para su revisión y aprobación.

3.8.4. Montaje de los equipos eléctricos y de control

Todo el equipo eléctrico (conforme ÍTEM 20 "EQUIPOS ELÉCTRICOS" e ÍTEM 30 "SISTEMA DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN") y sus accesorios asociados deberán ser ensamblados, instalados, conectados y sometidos a pruebas de acuerdo con las Normas especificadas, con el fin de garantizar que la instalación del equipo esté completa y lista para su funcionamiento. Este proceso asegurará que el equipo cumpla con los estándares y requisitos mínimos establecidos, garantizando su correcto desempeño y confiabilidad.

El Contratista deberá cumplir en cualquier caso con las últimas ediciones de las Normas Internacionales, Normas Paraguay/Brasil, Reglamento Instalaciones Eléctricas ANDE y ABNT, del Paraguay y Brasil, respectivamente.

3.8.4.1. Equipos de 23 kV

El Contratista deberá seguir rigurosamente tanto los requisitos de este montaje como las instrucciones de instalación proporcionadas por el fabricante o fabricantes de cada equipo. La instalación de todo el equipo de 23 kV se llevará a cabo de acuerdo con el diseño revisado y aprobado por ITAIPU Binacional, presentado por el Contratista en el Apartado 3.3.2. "Workstatement".

Para llevar a cabo este proceso, todas las herramientas necesarias, incluyendo herramientas especiales, serán provistas por el Contratista.

En el caso de paneles y equipos montados en el suelo, los soportes de acero instalados en los cimientos deberán nivelarse utilizando placas niveladoras de acero, con el fin de prevenir distorsiones y desalineaciones entre secciones o compartimentos adyacentes del equipo. La cantidad, tamaño, disposición y otros detalles del equipo montado sobre los soportes estarán sujetos a la aprobación de ITAIPU Binacional. Se llevará a cabo un proceso de nivelación para garantizar que los lados verticales estén perfectamente verticales y alineados, y que las puertas, paneles y marcos deslizantes funcionen de manera libre.

El ensamblaje, instalación, conexión y pruebas de todo el equipo eléctrico y los accesorios asociados se realizarán según sea necesario para completar la instalación del equipo y dejarlo listo para su funcionamiento.

El Contratista asumirá la responsabilidad de todo el montaje y desmontaje necesario durante la manipulación y ensamblaje del sistema, siguiendo las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes de cada equipo, así como los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas y en los planos aprobados.

Previamente al ensamblaje, el equipo deberá ser limpiado completamente de cualquier revestimiento protector y material extraño. Una vez completado el montaje, todas las superficies externas del equipo deberán ser limpiadas de aceite, grasa, suciedad y otros materiales extraños.

En el caso de que los módulos se entreguen en secciones separadas, será necesario ensamblar y unir estas secciones mediante pernos. Posteriormente, las unidades completas montadas se fijarán en las formas de cimentación. Es fundamental realizar todas las conexiones eléctricas necesarias por medio de cables de control entre secciones de tablero adyacentes y en el cableado interior, asegurándose de que estén debidamente completadas.

Cuando, debido al proceso de embarque u otras circunstancias, partes separadas como relés, medidores, entre otros, hayan sido embaladas por separado del equipo principal, será responsabilidad del Contratista instalarlas y conectarlas en los tableros correspondientes designados para tal propósito.

3.8.4.2. Tablero de distribución CA/CC

El Contratista llevará a cabo la instalación de todos los tableros de distribución de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC) de acuerdo con el diseño aprobado por ITAIPU Binacional y presente en los planos aprobados como parte del apartado 3.3.2. "Workstatement"

En situaciones en las que se especifique la instalación en paredes o columnas, el Contratista instalará soportes de acero estructural apropiados y pernos de expansión adecuados para el anclaje.

En el caso de paneles y equipos de montaje en suelo, los soportes de acero instalados en los cimientos se nivelarán con una placa de acero niveladora para prevenir distorsiones y desalineaciones entre secciones o compartimentos adyacentes del equipo. La cantidad, tamaño, disposición y otros detalles del equipo montado sobre los soportes estarán sujetos a la aprobación de ITAIPU Binacional. Se llevará a cabo un proceso de nivelación para garantizar que los lados verticales estén perfectamente alineados y que las puertas, paneles y marcos deslizantes funcionen de manera libre.

Se establece como requisito que la parte superior de todos los tableros no esté a más de 2,40 metros sobre el suelo.

La instalación de todo el equipo eléctrico y los accesorios asociados, así como su ensamblaje, conexión y pruebas, se llevarán a cabo según sea necesario para que la instalación del equipo esté completa y lista para su funcionamiento.

El Contratista será responsable de realizar todo el montaje y desmontaje necesario durante la manipulación y ensamblaje del equipo, siguiendo las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes del equipo, así como los requisitos establecidos por ITAIPU Binacional en la Especificación Técnica y los planos aprobados.

Previamente al ensamblaje, el equipo deberá ser limpiado a fondo de cualquier revestimiento protector y material extraño. Una vez completado el montaje, todas las superficies externas del equipo deberán ser limpiadas de aceite, grasa, suciedad y cualquier otro material extraño. Cualquier punto acumulado o dañado en el equipo será renovado o cambiado para garantizar el acabado original.

Todos los tableros deberán tener un diagrama unifilar detallado de los componentes y cableado con respectivas identificaciones aprobadas según Apartado 3.3.2. "Workstatement".

3.8.4.3. Cables de alimentación, control e Iluminación

El Contratista deberá someter a la aprobación de ITAIPU Binacional los planos de instalación de cables, listas de cables en formato Excel o similar, rutas de cables, terminación de cables, diagramas de conexión de cables y otros planos necesarios antes de iniciar los trabajos de cableado.

Durante la instalación de los cables, se deberá asegurar que el radio de curvatura del cable no sea mayor al valor recomendado por el fabricante. Los cables no deben colocarse en los bordes de los materiales de soporte.

El extremo cortado de los cables debe ser tratado adecuadamente para prevenir la filtración de agua en el cable. Es crucial tener especial cuidado al manipular cables que no estén en tambores para evitar daños. Al retirar la cubierta del tambor, se debe hacer con precaución para no dañar la cubierta del cable.

A cada cable de conexión se le asignará una identificación de acuerdo con los planos del Contratista, sujeto a la aprobación de ITAIPU Binacional conforme apartado 3.3. Los cables deben estar envueltos o etiquetados permanentemente en ambas terminaciones del cable. La identificación del cable debe tener un significado claro, como la función o servicio, el número o servicio, y la ubicación del equipo conectado. El método de identificación debe ser sistemático para todos los cables. Los diagramas de cableado de interconexión deben mostrar claramente todos los cables e identificaciones correspondientes.

Además, se preparará un listado de cables que resuma todos los números, identificaciones, tamaños y longitudes estimadas, junto con otra información relevante, para complementar los diagramas de cableado de interconexión y facilitar el diseño, instalación y mantenimiento.

Los planos de cableado de los paneles de control y relés deben detallar las terminaciones de cables y alambres para el cableado externo.

No se permitirán empalmes en la tubería del cable, zanjas, bandejas ni en ningún otro lugar, a excepción de los terminales del equipo. Todos los conectores de terminales deberán ser del tipo de compresión y estar cubiertos con cubiertas aislantes.

Antes de la instalación, los materiales de identificación del cable deberán ser enviados a ITAIPU Binacional para su aprobación.

El Contratista también deberá suministrar todos los materiales necesarios para la instalación de los cables, incluyendo cables de conexión a tierra, terminales de compresión, accesorios metálicos, pernos y tuercas, así como la identificación del cable y empaquetaduras que se insertarán entre los cables y las abrazaderas.

El espacio desocupado en los orificios ciegos para cables y los conductos después de la inserción del cable debe llenarse con un sello de conducto para prevenir la entrada de insectos y animales pequeños al equipo.

Los cables instalados en racks de bandejas para cables se asegurarán firmemente al rack del cable a intervalos de 3 metros como máximo, utilizando bridas de plástico u equivalentes.

Las entradas de cables y bandejas a través de paredes y pisos se taponarán, sellarán y protegerán contra incendios, siguiendo las normas NFPA y los criterios de diseño. Este sellado se completará después de la instalación de todos los cables programados para la sección de conducto y bandeja

involucrada. En caso de requerir cambios en el cableado después de completar el sellado y la protección contra incendios, se sellarán nuevamente los pasos inmediatamente después de realizar los cambios.

Los conductores con terminales de tipo compresión y cubierta de aislamiento deberán colocarse de manera ordenada en la caja de terminales o terminales equivalentes.

Durante la instalación, se deberá tener cuidado de no dañar la cubierta exterior de los alambres y cables. En caso de daños durante la instalación, los cables se reemplazarán de acuerdo con la satisfacción de ITAIPU Binacional, sin costo adicional.

El Contratista proporcionará todos los accesorios y herramientas indicados y requeridos para la instalación adecuada de todo el cableado. Los cables deberán estar instalados de manera ordenada, uniforme y agrupados de manera sistemática, facilitando así los trabajos posteriores. Además, deberán presentar una apariencia ordenada y estar debidamente identificados conforme establecido en el apartado 3.3.

El Contratista instalará bridas de plástico para cables según sea necesario para agrupar los cables de manera ordenada y evitar que el peso del cable cause daños en las terminaciones.

3.8.4.3.1. Instalación de conductos

Todos los cables y alambres, que no se ubiquen en zanjas, deberán ser instalados en conductos rígidos de acero u otros tipos de conductos aprobados conforme apartado 3.3.

El Contratista deberá suministrar conductos de PVC enterrados directamente o conductos de HDPE-PEAD lisos o corrugados, junto con las terminaciones correspondientes según sea necesario, desde la zanja hasta el equipo eléctrico. Estos conductos de PVC o HDPE-PEAD se instalarán de manera que ningún vehículo pueda pasar sobre ellos. En áreas expuestas, se utilizarán tuberías metálicas, ya sea de acero rígido o en forma de banco de conductos bajo las superficies de la carretera, sujeto a revisión y aprobación de la ER.GP.

Los cables de potencia de 23 kV deberán ser instalados en un conducto separado de los cables de baja tensión. Para los cruces de carreteras, los cables de energía de 23 kV se instalarán en un conducto de acero rígido revestido con hormigón o en un banco de conductos, sujeto a revisión y aprobación de la ER.GP.

En los puntos de cruce de carreteras y en los puntos de giro de la ruta, se deberá proporcionar una boca de registro de tamaño adecuado para facilitar la extracción de cables según sea necesario. La ubicación del conducto estará sujeta a la aprobación de ITAIPU Binacional.

Para el conducto empotrado o enterrado directo, se deben seguir las siguientes consideraciones generales:

- **Fraguado antes del vertido de hormigón (para conductos empotrados)**
- **Debe seguir la ruta más directa posible con radios de curvatura lo más grandes posible.**
- **En las losas de hormigón estructural, se debe instalar un mínimo de 2 pulgadas desde el conducto hasta los bordes de la losa, si aplica.**

Las articulaciones deben fabricarse con acoplamientos y uniones aprobados para garantizar un sistema eléctricamente continuo y hermético a la humedad conforme apartado 3.3.

Por la parte del drenaje, se evitarán los bolsillos en los conductos tanto como sea posible, proporcionando conexiones adecuadas en los puntos bajos del conducto expuesto donde no se pueda evitar el bolsillo. No se permiten agujeros de drenaje.

En cuanto a las curvas, no se permiten más de dos (2) curvas de 90 grados entre los puntos de tracción, sujeto a la revisión y aprobación de la ER.GP de acuerdo a cada plano correspondiente.

Para los cortes e hilos de campo, se deben seguir procedimientos específicos, como cortar los extremos del conducto en escuadra con una sierra eléctrica, escariar los bordes para eliminar rebabas y bordes afilados, y asegurarse de que las roscas cortadas en el sitio tengan la misma longitud efectiva, dimensiones de rosca y conicidad que las roscas cortadas en fábrica. Además, se debe aplicar una capa de pintura protectora según se especifica en los conductos donde la capa protectora esté dañada.

En cuanto a los soportes para los conductos, se deben seguir las siguientes pautas:

- **Soportes o sujetadores: Proporcionar en cada codo y al final de cada tramo recto que termine en una caja o cuadro. Fijaciones rígidas a una distancia máxima de 1,5 m en horizontal y 1,5 m en vertical; soportes regulables espaciados como máximo 1,5 m.**
- **Abrazaderas: Utilizar correas de un orificio de hierro maleable galvanizado, abrazaderas para vigas u otro dispositivo aprobado con los pernos de expansión.**
- **Espaciadores: Seguir las instrucciones del fabricante para el conducto de PVC.**

El conducto debe instalarse estrictamente de acuerdo con los requisitos del NEC y del reglamento de baja tensión de la ANDE. El espaciamiento y fijación de soportes deben seguir las pautas mencionadas a continuación:

- **Para tamaños de conducto de 13 mm a 32 mm, la distancia máxima entre los soportes será de 1,5 m.**
- **Para tamaños de conducto de hasta 38 mm, la distancia máxima entre los soportes será de 3,0 m.**

Las abrazaderas de los conductos deben atornillarse a la construcción, en materiales que permitan utilizar orificios para tornillos perforados y roscados. Los canales de soporte para tres o más conductos deben soldarse al acero de construcción, en caso sea factible, o atornillarse usando orificios para tornillos perforados y roscados. Las abrazaderas, conductos y bandejas deben cumplir con lo definido en el Apartado 3.3.2. "Workstatement", conforme aprobación de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

En cuanto a los conductos flexibles herméticos a líquidos, los insertos no deben superar los 750 mm de longitud. Se deben instalar inserciones de conductos flexibles en todos los tramos de conductos que estén soportados tanto por acero de construcción como por estructuras sujetas a vibración o expansión térmica. Esto incluye ubicaciones donde el conducto entra soportado por acero de construcción. Además, se deben considerar inserciones de conductos flexibles en tramos largos donde se puedan esperar problemas de expansión térmica. Se debe instalar un conducto flexible junto a todos los equipos y dispositivos que se muevan en relación con el conducto de suministro debido a la vibración, el funcionamiento normal del mecanismo o la expansión térmica, según será detallado en el apartado 3.3.

3.8.4.4. Sistema de puesta a tierra

El trabajo de instalación deberá cumplir con la norma IEEE No. 80 "Guía de seguridad en la conexión a tierra de subestaciones de corriente alterna", el reglamento de la ANDE y normas INTN/ABNT correspondiente y los siguientes requisitos:

- **Un estudio de la malla de tierra debe realizarse para determinar el calibre del cable a utilizar y la profundidad del conductor. Estos parámetros dependerán de la resistividad del terreno y deben cumplir con la norma IEEE 80.**

- **La bandeja de cables en la canalización subterránea debe estar conectada a tierra cada 20,0 m como máximo.**
- **Todas las partes metálicas, como la estructura y la bandeja de cables, deben conectarse a tierra mediante un método exotérmico.**
- **Todos los postes de CCTV deben estar conectados a tierra, mediante la varilla de tierra por método exotérmico o tipo atornillado.**

Todo el sistema de puesta a tierra deberá ser presentado por el Contratista para revisión y aprobación de la ITAIPU Binacional como parte del Apartado 3.3.2. "Workstatement"

3.8.4.5. Tableros de distribución y cubículos eléctricos

Todos los paneles serán instalados de manera que la parte superior del panel no supere los 2,4 metros respecto al nivel del suelo o del punto final de nivelación. Se realizará una exhaustiva verificación de la capacidad de estanqueidad (capacidad de evitar que penetren elementos externos al interior de una pieza, circuito o habitáculo, ya sean fluidos, partículas o aire.) en todos los tableros y paneles exteriores antes y después de la instalación. En caso de identificar problemas o la posibilidad de infiltración de agua en el interior del panel, se ejecutará un protocolo de corrección o sustitución. La instalación de los tableros de paneles seguirá estrictamente las directrices establecidas en los siguientes documentos normativos.

3.8.4.5.1. Armarios

Los armarios deben ser nivelados y fijados de manera segura a la superficie de montaje, utilizando todos los orificios de montaje proporcionados en los armarios. Las superficies de montaje serán ajustadas según sea necesario para mantener los armarios en posición vertical.

3.8.4.5.2. Interior del panel

Cada armario debe ser instalado con la conexión de conductos y extensión de cables antes de la instalación del interior del panel. Se inspeccionará cuidadosamente el interior de cada panel y se ajustarán todas las conexiones. El interior del panel debe ser montado siguiendo todas las disposiciones de montaje del fabricante. Posteriormente, se conectará el interior de la placa del panel, con los cables bien asegurados en los terminales proporcionados y eliminando las longitudes innecesarias de cables. El cableado debe estar ordenado. Se asegurará temporalmente un frente de panel de madera o cartón pesado al frente del tablero del panel para proteger el interior de la suciedad o daños hasta que se instale el frente de metal permanente.

3.8.4.5.3. Frontal del panel

Cada frente de la placa del panel se ajustará y alineará meticulosamente hasta que sus bordes queden paralelos al interior de la placa del panel y las líneas de construcción, y luego se asegurará de manera firme con los sujetadores proporcionados. Se realizará un diagrama de circuito con atención en papel grueso, el cual será laminado o plastificado. Posteriormente, se fijará el diagrama en el interior de la puerta del tablero del panel. El diagrama se completará de manera precisa y ordenada para facilitar la ubicación inmediata de los dispositivos de protección que controlan el circuito. Asimismo, se registrarán de forma precisa y concisa las cargas en cada circuito derivado. Los diagramas deberán ser revisados y aprobados según Apartado 3.3.2. "Workstatement"

3.9. ITEM 70: PUESTA EN SERVICIO

3.9.1. Introducción

Este ítem contempla las pruebas y ensayos generales, pruebas de calidad de equipos, puesta en marcha y pruebas de rendimiento de la generación fotovoltaica de la PSF.

Una vez realizadas todas las pruebas, serán presentadas las documentaciones correspondientes para revisión y aprobación de la ER.GP. Para el cumplimiento de este apartado la planta debe estar en condiciones óptimas de operación inyectando energía en el punto indicado, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas.

El Contratista deberá someter a la revisión y aprobación de la ITAIPU Binacional un programa detallado de las pruebas de puesta en servicio, con el detalle de los procedimientos y duración de cada prueba.

Forma parte de este apartado la presentación de las documentaciones correspondientes al Ítem 4.2 "Programa de Garantías".

3.9.2. Generalidades de las pruebas

El Contratista es responsable a su cuenta y riesgo de todas las actividades necesarias y suficientes para el cumplimiento de la Puesta en Servicio.

Se deberá avisar, con al menos 4 (cuatro) días hábiles de adelanto, a la ITAIPU Binacional del inicio de cada prueba, de forma que si lo considera oportuno esté presente en el momento de la ejecución de esta. Para aquellos procedimientos cuyas tareas se realicen de manera continuada durante la ejecución del proyecto, no será necesario el aviso de cuatro 4 (cuatro) días hábiles definido anteriormente.

De forma previa a su inicio el Contratista suministrará una programación aproximada de las fechas de realización de las pruebas.

El resultado de todas las pruebas, así como el informe explicativo de las mismas, será entregado tanto en formato papel como en formato digital a la Fiscalización de la ER.GP de la IB para su análisis, verificación y aprobación.

- **Responsabilidad de los ensayos**

El Contratista tendrá toda la responsabilidad de las pruebas descritas en estas especificaciones técnicas (conexiones, prueba bajo carga, etc). Todo el equipo de prueba será proveído y utilizado en el sitio por el Contratista con certificados de pruebas y de calibración.

3.9.2.1. <u>Documentos antes de las pruebas</u>

El Contratista entregará a la ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación, una lista de las pruebas a realizar y todos los documentos necesarios, al menos 30 días antes de las pruebas (archivos electrónicos MS Word, MS Excel, PDF, etc.):

- **Para material de prueba: lista detallada de los materiales con descripción técnica.**
- **Para equipos, sistemas, obras o partes de obras: Manuales completos de operación y mantenimiento, los cuales deberán tener una descripción detallada con imágenes, figuras, gráficos y dibujos relacionados para permitir que ITAIPU Binacional, opere, mantenga,**

desmantele, reensamble y ajuste todas las partes del equipo/sistema, con descripción técnica de las partes principales del equipo, sistema, obras o parte de las obras

- **Horarios de prueba.**
- **Criterios de aceptación de la prueba (PASA/NO PASA).**
- **Un programa o procedimiento de pruebas, manual de puesta en servicio, listas de verificación, que liste y describa con detalle los diferentes lugares y las Pruebas a realizar, incluida una lista de revisión y procedimientos / listas de verificación para las pruebas y normas de aceptación.**
- **Una lista detallada de los instrumentos y equipos que se utilizarán durante las Pruebas, con una descripción técnica de estos equipos, especialmente con la precisión de los instrumentos y los métodos aplicados. Una descripción de la disposición de las pruebas (si aplica), incluidas las conexiones especiales necesarias para la prueba.**

3.9.2.2. Certificado de las pruebas

Los certificados de las pruebas que se hayan completado con éxito serán enviados por el Contratista a la ITAIPU Binacional, de acuerdo con las normas y prácticas de ingeniería aplicables. Los certificados de las pruebas deberán estar previamente aprobados por la ITAIPU Binacional. La aprobación por parte de la ITAIPU Binacional, no eximen al Contratista de su total responsabilidad y obligaciones relacionadas con el cumplimiento del objeto del emprendimiento.

3.9.2.3. Costos de las pruebas

Todos los costos directos e indirectos relacionados o necesarios para las pruebas y puesta en servicio estarán a cargo del Contratista.

3.9.3. Pruebas de calidad de equipos

El Contratista deberá realizar las pruebas y controles durante el montaje, instalación y puesta en servicio de los subsistemas, en cuanto sea aplicable.

Para su recepción en terreno estos subsistemas deberán encontrarse instalados en su ubicación definitiva conforme Apartado 3.3.2. "Workstatement", y el Contratista deberá haber entregado aquella parte de la documentación que hubiera quedado pendiente.

La organización y realización de las pruebas será responsabilidad del Contratista. Sin embargo, la ITAIPU Binacional podrá solicitar pruebas adicionales si lo estima conveniente, las que serán de costo del Contratista. Estas pruebas adicionales serán informadas al Contratista en la revisión del programa detallado que deberá entregar a la ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación.

Las pruebas serán válidas sólo si se han realizado en presencia de la ITAIPU Binacional a menos que se autorice otra disposición al respecto, por escrito, por parte de la Fiscalización de la ER.GP de la IB.

Las disposiciones de este apartado deberán ser aplicadas por el Contratista al efectuar las pruebas, ajustes y recepción final en terreno para la totalidad de los equipos e instalaciones que forman parte de estas Especificaciones Técnicas.

El Contratista deberá especificar, programar y coordinar las actividades del proceso de pruebas y la puesta en servicio en terreno del sistema, subsistema o equipo y de cualquier otra instalación que comprenda lo especificado en este documento.

El Contratista deberá disponer de todos los elementos, materiales, instrumentos y equipos de prueba necesarios para efectuar las mismas, los ajustes a los diferentes equipos y la puesta en servicio de las instalaciones.

Por cada prueba que realice el Contratista en terreno, deberá emitir un informe o protocolo conteniendo al menos la siguiente información:

- **Tipo de prueba.**
- **Identificación del equipo bajo prueba.**
- **Resultados obtenidos, incluyendo descripciones de las fallas ocurridas.**
- **Descripción de las intervenciones, correcciones, modificaciones y reparaciones efectuadas en los equipos.**
- **Una declaración de que el equipo bajo prueba cumplió los requerimientos solicitados.**

3.9.3.1. Equipos y sistemas a ensayar

Los requisitos mínimos para el equipo y el sistema se probarán de la siguiente manera:

- **Sistema fotovoltaico.**
- **Inspeccionar todos los paneles fotovoltaicos en busca de grietas, suciedad y estabilidad en la fijación, entre otros.**
- **Inspeccionar todo el cableado de los paneles fotovoltaicos en tuberías, conductos de cables, cárcamos de cables, entre otros, de acuerdo con las normas aplicables.**
- **Inspección y ajuste de las conexiones de los circuitos de corriente continua y alterna, y de las líneas de los sistemas de comunicación correspondientes.**
- **Curvas I-V.**
- **Integridad de la conexión del módulo fotovoltaico.**
- **Prueba de funcionamiento de la caja de string (si aplica).**
- **Inversor fotovoltaico.**
- **Comprobación del correcto funcionamiento, inspección y ajuste de los equipos a los generadores de energía solar fotovoltaica.**
- **Todos los botones, terminales, ventilador de enfriamiento, campana (si aplica), entre otros, deberán funcionar en óptimas condiciones.**
- **Prueba de funcionamiento.**
  - **Función de soporte de red de comunicación.**
  - **HMI local.**
  - **Interfaz de hardware.**
  - **Comunicación serial.**
- **Prueba para cumplir con los requerimientos de ITAIPU Binacional.**
- **Configuración del Equipo de comunicación con la instalación fotovoltaica.**
- **Comprobación del correcto funcionamiento, instalación y ajuste de los equipos de comunicación a los módulos, conexión a red y a inversores.**
- **Configuración vía Ethernet, conexión analógica o GSM.**
- **Equipos y sistemas eléctricos.**

El equipo eléctrico debe ser probado, verificado y calibrado. El sistema eléctrico se probará para cumplir con los requerimientos de ITAIPU Binacional. Las pruebas incluirán, pero no se limitarán a, lo siguiente:

- **Prueba de resistencia de CA para solo conmutadores de 23 kV y cables de MT.**
- **Prueba de relés, medidores y transductores.**
- **Sistema y software de CCTV.**
- **Pruebas de sistemas de medida.**
- **Pruebas de Aislamiento de transformador y grupo vectorial.**

- **Pruebas de los Sistemas de Instrumentación, control y seguimiento.**
- **Pruebas de Funcionamiento de la Estación meteorológica, software de aplicación y medición.**
- **Pruebas de hardware.**
- **Pruebas de comunicación e interfaz.**
- **Pruebas de lazo cerrado.**
- **Pruebas de funcionamiento.**
    - **Control de red, respuesta del sistema, velocidad y funciones de interfaz.**
    - **Pantallas gráficas HMI.**
    - **Alarma.**
    - **Generaciones de energía, Relación de rendimiento.**
    - **Control y supervisión remotos.**
    - **Curvas I-V.**
- **Pruebas de comunicación y sistema PCL.**
- **Pruebas de interfaz y sistema.**
- **Prueba para cumplir con los requerimientos de ITAIPU Binacional.**
- **Inspección del Sistema de flotación y amarre.**
- **Inspección visual.**
- **Prueba de tracción.**

3.9.4. Puesta en marcha

A continuación, se describen las pruebas necesarias para la puesta en marcha que se llevarán a cabo antes de la aceptación provisoria del proyecto. Estas pruebas se realizarán en la siguiente secuencia:

- **Pruebas de Funcionamiento.**
- **Pruebas de Operación continua.**

Estas pruebas se llevarán a cabo en presencia y previa programación acordada con la ITAIPU Binacional.

3.9.4.1. Pruebas de Funcionamiento

Las siguientes pruebas se llevarán a cabo para la prueba de puesta en marcha:

Parte 1 - Inspección Visual.

Parte 2 - Medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra.

Parte 3 - Prueba de continuidad.

Parte 4 - Ensayo de polaridad.

Parte 5 - Medición de la curva I-V de cada string.

Parte 6 - Verificación de los inversores antes y después de la conexión.

Parte 7 - Prueba en el cableado de baja tensión.

Parte 8 - Prueba en el cableado de media tensión.

Parte 9 - Termografía de infrarrojos.

Parte 10 - Verificación de los sistemas de control y seguimiento de Planta PV.

Parte 11 - Ensayos en los transformadores.

Parte 12- Ensayos en la sala de control.

Parte 13 – Comprobación de los estudios de calidad de energía, cortocircuito e inyección de armónicos en la red.

La inspección debe realizarse para todos los componentes de la planta. Se centrará en las siguientes categorías principales:

- **Parte 1 – Inspección Visual.**
  - **Módulos fotovoltaicos.**
  - **Estructura de soporte flotante.**
  - **Cableado.**
  - **Equipos eléctricos aparte de los módulos fotovoltaicos.**
  - **Estaciones meteorológicas (si aplica), equipos de seguridad y vigilancia.**
  - **El objetivo de la inspección visual del equipo anteriormente mencionado es identificar y corregir los fallos observados durante la fase de instalación (por ejemplo, mala colocación, identificación/etiquetado erróneo de los cables, conexiones erróneas, solidez de la estructura de montaje).**

- **Parte 2 – Medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra**

La medición de la resistencia de la tierra se realiza para asegurar que no haya una corriente de fuga a tierra desde la planta. Ésta puede ser determinada a través de la medición de la Resistencia entre la tierra y el componente eléctrico con un multímetro de alta precisión o un equipo similar. Los criterios detallados del procedimiento de medición y de aceptación del ensayo deben ser descritos por parte del Contratista.

- **Parte 3 – Pruebas de Continuidad**

La continuidad de los conductores de protección o de unión donde sea instalado será comprobada en la parte de corriente continua. Se realizará una prueba de continuidad eléctrica en la unión de la estructura, de todos los conductores y de la conexión del punto de puesta a tierra.

- **Parte 4 – Pruebas de Polaridad**

La polaridad de los cables de Corriente Continua se verificará utilizando un aparato de ensayo adecuado. Una vez confirmada la polaridad, los cables se comprobarán una vez más para asegurar su etiquetado identificativo correcto y su correcta conexión en los diferentes dispositivos del sistema tales como el dispositivo de protección, cajas de strings o inversor.

- **Parte 5 – Medición de la curva I-V de cada string**

El comportamiento operativo de un string puede describirse usando las características de la curva I-V. Cualquier desviación de las características ideales (según la ficha técnica del fabricante del módulo) representa una estimación aproximada de las pérdidas. Un instrumento apropiado de medida equivalente a un PVPM1000C se empleará para medir la curva I-V del string.

Con el fin de medir la curva I-V de la manera más precisa posible, el plano de irradiación deberá ser mayor que 500 W / m². Durante la medición del string se encontrará únicamente conectado al dispositivo de medición de la curva I-V. Los siguientes parámetros de cadena se medirán; Pmp, Vmp, Imp, Voc, Isc, TMOD, Plano irradiación, Rs y Rp. Estos parámetros, Voc, Isc, Imo, Vmp y Pmp principalmente, se traducirán a las STC y el resultado se comparará con los datos técnicos del fabricante del módulo.

Esta medición se utilizará también para comparar el voltaje y la corriente de los strings que están conectados a la misma caja de strings. La medición de dicha tensión de string y la comparación actual se realiza en condiciones de irradiación estable. Para aquellos sistemas con múltiples strings idénticos y donde las condiciones de irradiación no sean estables, se compararán las tensiones y corrientes entre strings. Estos valores deberán ser los mismos; típicamente dentro de un margen del 5% para condiciones de irradiación estables.

Adicionalmente, se realizarán pruebas y ensayos a cargo del Contratista, de al menos 10 módulos fotovoltaicos tomados aleatoriamente de la Planta Solar Fotovoltaica Flotante, en un laboratorio de reconocida experiencia, para verificar las características técnicas garantizadas por el fabricante y el desempeño en el tiempo.

- **Parte 6 - Verificación de los inversores antes y después de la conexión**

El inversor deberá ser comprobado de acuerdo con las especificaciones del fabricante y su protocolo de prueba. La medición incluye, principalmente, la instalación y la conexión de los dispositivos de protección, la funcionalidad de los componentes, equipos anti-isla, la medición de la resistencia de aislamiento, medidas en DC y CA de tensión e intensidad, etc. Todas las pruebas y mediciones deberán cumplir los requisitos definidos en el protocolo de pruebas del fabricante o en las especificaciones de los inversores.

- **Parte 7 – Pruebas en el cableado de baja tensión (Megger Test)**

La comprobación de los cables de baja tensión se hace con un probador Megger. La unidad de prueba se utiliza para las pruebas de equipos de todo el bajo voltaje de 1 o 3 fases. La operación se efectuará de acuerdo con la norma IEC 61557 "Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta 1500 V en C.A. y 1500 V en C.C.: Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección"

El principal requisito previo para esta prueba es el aislamiento de todos los equipos eléctricos incluyendo el inversor. Antes de la prueba de Megger, se comprobará la continuidad de cada conductor. Cada conductor deberá comprobarse para el aislamiento. Se aplicará en función de la tensión del sistema una tensión de CC de cierta amplitud (típicamente entre 250 - 1500V). Durante la medición, se calculará o medirá la resistencia de aislamiento del conductor y se comparará con lo requerido. Para los circuitos de corriente alterna, se llevará a cabo la medición de la resistencia de bucle entre la tierra y la fase, la fase y el neutro, y entre fases. Los criterios de aceptación y la metodología detallada de medición deberán ser descritas por el Contratista en el protocolo de pruebas.

- **Parte 8 – Pruebas en el cableado de media tensión**

Las pruebas de los cables de media tensión se llevarán a cabo por personal especializado con el equipo adecuado. El principal objetivo de esta prueba es asegurar la operación segura de la planta. Se debe realizar al menos la siguiente prueba: Escudo de prueba usando tensión de CC apropiado de acuerdo con IEC 60502-2 y la prueba dieléctrica con el uso de alto voltaje de frecuencia muy baja. La descripción detallada de la metodología y los criterios para la prueba de aceptación, deberán ser definidos por el Contratista en el protocolo correspondiente antes de la prueba de inspección, verificación y aprobación de puesta en marcha del Proyecto.

- **Parte 9 – Termografía con Infrarrojos**

La termografía con Infrarrojos comprende la inspección de los módulos fotovoltaicos con el fin de identificar los posibles puntos de aumento de la temperatura que podría dar lugar a un defecto en el módulo para su funcionamiento a largo plazo. La prueba debe realizarse durante el día, cuando la irradiación sobre el plano del módulo es superior a 500 W/m². También es una práctica habitual para

la prueba de inspección, verificación y aprobación de puesta en marcha del Proyecto, que la termografía con infrarrojos se lleve a cabo sólo en aquellos casos en los que las mediciones IV indiquen una desviación respecto de la curva IV esperada por el módulo fotovoltaico escogido.

- **Parte 10 - Verificación de los sistemas de control y seguimiento de Planta PV**

Las plantas fotovoltaicas en general constan de un sistema de monitorización que a través de los equipos de medición y los registros de software y los parámetros técnicos de funcionamiento de la planta y evalúa el rendimiento de la planta. Además, el sistema sirve de conexión con el sistema de seguridad, tales como el sistema de vigilancia con alarmas y cámaras.

Durante la prueba se llevará a cabo la verificación de la adecuada interconexión, vigilancia y registro de todas las señales físicas. Si está disponible, se comprobará la funcionalidad de la conexión con el sistema de monitorización vía Ethernet o conexión remota de Internet. Se comprobarán todos los parámetros de configuración de alarmas, notificación de estados y eventos de operación de la planta. Adicionalmente, deberá revisarse y verificarse la conexión y el funcionamiento correcto del sistema de seguridad como cámaras o alarmas.

- **Parte 11 – Pruebas del Transformador**

La inspección visual del transformador y la conexión deberán ser comprobadas y verificadas durante la prueba de la puesta en marcha y se verificarán los certificados de las pruebas rutinarias del transformador según las normas aplicables.

Las pruebas rutinarias del transformador eléctrico se llevan a cabo antes de la entrega. Estas pruebas son realizadas por el fabricante de acuerdo con los protocolos aplicables para el modelo de transformador específico según se define en IEC60076. El Contratista deberá presentar un documento con los resultados de dicha prueba de cara a la prueba de inspección, verificación y aprobación de puesta en marcha del Proyecto.

- **Parte 12 – Ensayos en la sala de control**
  - **La prueba de la señal de alarma, la inspección visual y la verificación de su correcta instalación se llevará a cabo durante estos ensayos.**
  - **Organización de los equipos de trabajo (nómina de personas y lugares).**
  - **Verificación de los componentes.**
  - **Verificación de los esquemas de protecciones y control, telecomunicaciones.**
  - **Secuencia de energización de líneas y equipos.**

- **Parte 13 – Comprobación de los estudios de calidad de energía, cortocircuito e inyección de armónicos en la red.**

El Contratista realizará las pruebas necesarias para comprobar los estudios y estimaciones generadas como resultado del Apartado 3.3.2 "Workstatement", Punto 8, Letra b "Estudios de calidad de energía, cortocircuito, flujo de cargas e inyección de armónicos en la red eléctrica".

3.9.4.2. Pruebas de operación continua

El propósito de las pruebas de operación continua es asegurar, por un periodo determinado, que la Planta Solar Flotante opere automática y correctamente con conexión a las instalaciones de ITAIPU Binacional para satisfacer las necesidades de consumo del Área Prioritaria de la Margen Derecha (MD) en situaciones normales y de emergencia por pérdida instantánea de carga.

Dichas pruebas se realizarán para verificar la confiabilidad de la planta en un rango de distintas condiciones meteorológicas y de cargas eléctricas, entre otros.

Se requiere que en las pruebas de operación continua de la planta solar flotante funcione al menos 30 (treinta) días de forma continua sin ningún mal funcionamiento o daños.

Si el mal funcionamiento es causado por cualquier parte del equipo proporcionado por el Contratista se suspenderá la prueba de operación continua y éste, a sus expensas, corregirá el equipo de inmediato para que esté en buenas condiciones, luego se volverá a probar y a realizar la prueba de operación continua de la Planta solar flotante por al menos 30 (treinta) días corridos a partir de la fecha en que el equipo ha sido corregido.

En caso de cualquier falla del sistema eléctrico durante el período de prueba de la planta solar flotante, las pruebas de operación continua se mantendrán en espera hasta que el sistema eléctrico de la red funcione en condiciones normales, y la prueba de operación continua, proseguirá a partir de allí.

El Contratista operará la planta solar flotante y registrará los valores de generación y operación de la planta en formato que deberá ser puesto a consideración y análisis de la Fiscalización de la ER.GP como parte del Apartado 3.9.2 de estas EE.TT. Todos los datos de las pruebas serán registrados por el Contratista y se proporcionará un informe en forma de archivos electrónicos y MS Excel o similar para el respectivo análisis y aprobación de la ITAIPU Binacional. Dicho informe se encuentra sujeto a complementos y modificaciones que serán sugeridas por la Fiscalización de la ER.GP.

El Contratista deberá proporcionar procedimientos para la prueba de operación continua y personal/equipos para los trabajos, y garantizar que los servicios se llevarán a cabo por personal calificado. El procedimiento y personal para emplear, deberá ser revisado y aprobado por la ITAIPU Binacional, a fin de controlar todos los aspectos de la energización de la red eléctrica.

Los procedimientos para las pruebas de operación continua estarán contemplados en el Apartado 3.9.2.1 "Documentos antes de las pruebas" de estas especificaciones técnicas.

3.9.5. Pruebas de rendimiento

3.9.5.1. Coeficiente de rendimiento

El contratista garantizará el coeficiente de rendimiento (PR) de la planta como se especifica en la norma IEC 61724 en las pruebas de rendimiento. El garantizado se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 18. PR garantizado en CA.

	PR Garantizado
Prueba de Coeficiente de Rendimiento (PR)	≥ 80.0%

El coeficiente de rendimiento (PR) se define como: Ratio entre la energía producida por la planta respecto a la energía que hubiera sido producida si el sistema hubiera trabajado en sus condiciones de ensayos estándar (STC).

La Capacidad Instalada Propuesta debe ser mayor o igual a 1 MWp, de acuerdo con lo aquí definido.

Se utilizarán medidores de datos independientes para registrar los datos del piranómetro (debidamente calibrado por un organismo independiente) y el medidor de potencia durante el período de la prueba de rendimiento, con una resolución suficiente para proporcionar un registro sincronizado de pasos de tiempo de un minuto, como respaldo en caso de fallas de comunicación.

- **Energía eléctrica en CA.**
  - **La energía eléctrica neta, en CA, se medirá en unidades de kWh en función de la lectura de un dispositivo de medición en tiempo real en función de las mediciones**

de energía total acumulada en la celda de media tensión (23 kV), sobre una base de 24 (veinticuatro) horas para el período de prueba.

- Irradiación solar.
  - La irradiación solar en la planta se medirá en unidades de kWh/m² utilizando 1 (un) piranómetro en el plano de los módulos que cumpla con el estándar secundario de la norma ISO 90601 que tenga un certificado de calibración válido durante el período de prueba. El sistema de monitoreo se utilizará para generar informes diarios en el formato de informes de vista flash y datos de MS Excel o similar a partir de las mediciones del piranómetro, incluida la irradiación solar acumulada en cada período de un (1) minuto o cualquier período requerido.

3.9.5.2. Potencia neta de salida

El Contratista garantizará la potencia neta de salida (MWac) de la planta como se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 19. Potencia neta de salida garantizada.

	Potencia neta de salida garantizada
Cálculo	≥ 0,85 MWac

La potencia neta de salida se define como la cantidad de energía que la planta solar flotante entrega a la red, medida en corriente alterna (MWac), tras considerar todas las pérdidas internas del sistema, como perdidas en la conversión de corriente continua en alterna, así como las perdidas en los transformadores y resto de equipos.

El PR medido y la capacidad instalada propuesta hacen referencia a los valores definidos en el apartado 3.9.5.1.

3.9.5.3. Verificación de Rendimiento de la Planta

El propósito de esta medición es comprobar si la planta está produciendo la cantidad de energía estimada, según lo que será definido en el Apartado 3.3 Los valores técnicos de garantía del Contratista pueden ser el PR o el rendimiento energético de la Planta. Antes del proceso de medición, la planta debe estar técnicamente 100% disponible, conforme indique la Fiscalización de la ER.GP. El período de medición será de (30) días.

El Contratista deberá acordar con la ITAIPU Binacional un protocolo de pruebas detalladas de acuerdo con el contrato y con las normas aplicables antes de la fecha prevista de las pruebas de verificación de rendimiento. Para que la prueba pueda comenzar, la planta debe cumplir con éxito los requisitos previstos en el Apartado 3.9.4. Tras la finalización de la medición, se proporcionarán a la ITAIPU Binacional todos los datos, cálculos y evaluaciones relevantes de resultados.

Se necesitan los siguientes parámetros técnicos para la prueba de rendimiento:

- Salida de energía en CA en el punto de entrega de energía [kWh] (Puesto de distribución existente, Sala de Celdas).
- Irradiación solar global en el plano del generador [kWh/m²].
- Temperatura del módulo [°C], con una incertidumbre de medida de hasta ± 1 °C.
- Salida de energía de cada uno de los inversores y de forma global en [kWh].
- Temperatura ambiental [°C], con una exactitud de medición de ± 1 °C.
- Velocidad del viento [m/s] a una altura de 10 m.

- **Los parámetros antes mencionados deben ser registrados en un sistema de monitoreo de datos con un intervalo de almacenamiento de, como mínimo, 5 minutos.**

El valor que se deberá garantizar será el rendimiento o Performance Ratio de la instalación (PR) considerando las siguientes pérdidas:

- **Pérdidas por temperatura del módulo.**
- **Pérdidas por polvo y suciedad.**
- **Pérdidas por irradiancia.**
- **Pérdidas por mismatching y no uniformidad de parámetros.**
- **Pérdidas por sombras y obstáculos.**
- **Pérdidas por rendimiento de conversión CC/CA.**
- **Pérdidas eléctricas óhmicas de CA desde inversores hasta el contador de media tensión.**
- **Pérdidas eléctricas óhmicas de CC desde los paneles hasta los Inversores.**
- **Disponibilidad de la planta.**

El Contratista elaborará un informe resaltando sí fueron o no superados los requisitos establecidos. En este informe se reflejarán todos los resultados de los procedimientos seguidos, así como el análisis de estos, sujeto a la revisión y aprobación por parte de la Fiscalización de la ER.GP.

3.10. ITEM 80: ASISTENCIA TÉCNICA PARA O&M Y ACEPTACIÓN FINAL

3.10.1. Introducción

Este ítem contempla las labores de Operación y Mantenimiento (O&M), desglosados en mantenimiento preventivo y correctivo, las pruebas de aceptación y la documentación final de proyecto conocida como documentación 'As Built' para la PSF.

El Contratista deberá someter a la revisión y aprobación de la ITAIPU Binacional el programa detallado de las labores de Operación y Mantenimiento, con el detalle de los procedimientos y duración de cada tarea, contenidos en un Plan y Manual para O&M de la PSF.

A su vez, el Contratista será responsable del cumplimiento de todas las pruebas de aceptación final y de la elaboración de la documentación final de proyecto 'As Built'.

3.10.2. Condiciones de Asistencia técnica a la Operación y Mantenimiento (O&M)

El Contratista asistirá en la Operación y Mantenimiento (O&M) de la PSF durante 180 (ciento ochenta) días corridos, periodo que se inicia con la aprobación del ítem 70 por parte de la Fiscalización de la ER.GP.

Así mismo, el Contratista presentará un desglose de precios por los servicios de Operación y Mantenimiento (O&M) de la PSF.

El Contratista deberá suministrar un Plan y Manual de O&M (PMOM) para toda la PSF, detallando las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, su periodicidad y las acciones necesarias. Este PMOM serán revisados y en su caso mejorados, durante el periodo de ejecución de este proceso y la versión final se entregará a la ITAIPU Binacional. Las termografías se llevarán a cabo en las horas de máxima generación.

El Plan de Mantenimiento debe incorporar detalles sobre los elementos de protección personal que utilizará el personal a cargo de la operación y mantenimiento, junto con un análisis de modos de falla y efectos en los equipos principales del sistema.

El Contratista deberá asegurarse que el PMOM cumpla con las EETT y con los manuales correspondientes de los fabricantes de los equipos principales (módulos, inversores, flotadores, sistema de amarre y anclaje, cableado, transformadores, equipamiento de media tensión, etc.).

Adicionalmente, el Contratista elaborará una propuesta para un inventario (lista) de repuestos destinados al periodo de garantía, complementando con Anexos de Precios, Cantidades y Detalles técnicos. Este inventario incluirá los repuestos esenciales según las recomendaciones de los fabricantes para garantizar el funcionamiento efectivo de la planta, por el plazo de 2 (dos) años.

Esta asistencia destacará la importancia de la capacitación y formación técnica para transferir conocimientos a quienes asumirán roles permanentes en la PSF por parte de la ITAIPU Binacional. Por tanto, debe considerarse el ÍTEM 4.1 "TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO" como parte de este ítem.

Las maniobras que serán realizadas en el ámbito de la O&M deberán ser coordinadas y ejecutadas bajo la supervisión y exclusiva responsabilidad de la Contratista durante este periodo.

3.10.3. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo abarcará, en términos generales, pero sin limitarse, las actividades detalladas en la Tabla 20.

Tabla 20. Índice de las actividades de mantenimiento en planta, monitorización y periodicidad.

Actividades de mantenimiento de la Planta Fotovoltaica Flotante		D	M	TM	SM	A
A	Módulos fotovoltaicos, estructura de soporte y flotadores					
A1	Inspección integral de campo fotovoltaico				X	
A2	Limpieza de paneles (2 veces mínimo en el Periodo de Operación)			X		
A3	Revisión de las conexiones y cableado				X	
A4	Revisión de la estructura de flotación, conexiones, y determinar si hay casos de corrosión, agrietamiento, deformación plástica, etc.			X		
A5	Inspección termográfica sobre el 100% de los módulos fotovoltaicos y sus conexiones				X	
A6	Curvas I-V sobre el 5% de los módulos con peor resultado en la termografía					X
A7	Inspección y limpieza de estructura de soporte (Remoción de nidos, telarañas, disposición de residuos flotantes u otros)			X		
B	Centro de Transformación y Línea Transmisión hasta el PD					
B1	Inspección y comprobación general				X	
B2	Inspección, limpieza, engrase de interruptores y dispositivos					X
B3	Presión de gas en interruptores					X
B4	Revisión de seguridad de los dispositivos y aislamientos					X
B5	Red de puestas a tierra					X
B6	Inspección termográfica a los transformadores, conexiones de potencia y conectores de los sistemas de control y cajas de conexión				X	
C	Inversores					

Actividades de mantenimiento de la Planta Fotovoltaica Flotante		D	M	TM	SM	A
C1	Mantenimientos Preventivos según Manual de fabricantes (mínimo uno al año), se valora como positivo frecuencias intermedias.	-*				X
C2	Inspección visual de partes (funcionamiento de chapas antipánico cierre hermético de las puertas, verificación de integridad de pisos, luminarias, ventilación, integridad de pernos y limpieza de filtros y partes)				X	
C3	Inspección termográfica a los inversores y sus conexiones de potencia					X
D	Sistema Anti-Incendios					
D1	Revisión de extintores y certificación de vigencia ante el cuerpo de bomberos.					X
D2	Funcionalidad del sistema de seguridad					X
E	Red de Puestas a Tierra y Cableado de Baja Tensión					
E1	Inspección, revisión de conexiones y medida de puestas a tierra				X	
E2	Revisión del estado del cableado y de los conectores				X	
E3	Revisión del aislamiento de puesta a tierra					X
E4	Medición de la resistencia de puesta a tierra y la continuidad					X
F	Contador, Caja de Strings y Cuadros de Protección					
F1	Inspección, limpieza y revisión de conexiones del contador				X	
F2	Inspección, limpieza y revisión de las cajas y cuadros				X	
F3	Revisión de las conexiones y fusibles de CD/CA				X	
F4	Verificación del tarado (calibrado) de protecciones				X	
G	Sistema de amarre y fondeo (trabajos subacuáticos)					
G1	Inspección de muerto de concreto y anclaje (argolla)				X	
G2	Inspección, mantenimiento y revisión de líneas de amarre (verificar corrosión, separación o deterioro de fibras, etc.)			X		
G3	Inspección, revisión del dispositivo flexible			X		
H	Obra Civil, Prefabricados, Desbroce y Herbicida					
H1	Desbroce o deshierbe (preferiblemente manual) y aplicación de herbicida aprobado sólo en caso necesario			X		
H2	Supervisión rutinaria física del terreno y vallado		X			
H3	Revisión y limpieza del estado de los prefabricados			X		
H4	Revisión de la ventilación y climatización de equipos			X		
H5	Eliminación de residuos originados por los trabajos rutinarios		X			
H6	Mantenimiento de la valla perimetral y de la puerta de acceso.					
H7	Control de Roedores y nidos en el terreno			X		
H8	Revisión de las Cajas de inspección (Arquetas)		X			
H9	Inspección y retiro de material flotante del área de la planta	X				
I	Sistema de Control y Comunicaciones					
I1	Revisión de la estación meteorológica			X		
I2	Limpieza de las células calibradas		X			

Actividades de mantenimiento de la Planta Fotovoltaica Flotante		D	M	TM	SM	A
I3	Calibración de los sensores de irradiación					X
I4	Revisión de conexiones y cuadros eléctricos				X	
I5	Registro de los principales parámetros de la planta proporcionados por el SCADA	X				
I6	Registro y revisión de las condiciones climáticas (irradiancia, temperatura de módulos)	X				
I7	Verificación del estado de alarmas	X				
I8	Control del rendimiento de las instalaciones		X			
J	Espacio de equipos de control y portería					
J1	Limpieza general	X	X			
J2	Verificación de partes y elementos constitutivos (puertas, bisagras, aires acondicionados, sistema CCTV.)		X			
K	Informes					
K1	Reporte de PR de la planta		X			
K2	Reporte de disponibilidad de la planta con justificación de los valores de irradiancia horaria durante los períodos que el Contratista considera no imputables para efectos del cálculo		X			
K3	Reporte de informes de incidencias		X			
K4	Reporte de informe de mantenimiento preventivo				X	X

D: Indica el registro diario de datos en el sistema de monitorización.

M: Indica el registro mensual.

TM: Indica el registro trimestral en la planta.

SM: Indica el registro semestral en la planta.

A: Indica el registro anual en la planta.

3.10.4. Mantenimiento correctivo

La asistencia para el mantenimiento correctivo abarca la supervisión de averías y fallas en los componentes de la PSF originadas por desgaste y/o rotura en condiciones normales de operación, con el fin de garantizar el funcionamiento adecuado de la planta a lo largo de 180 (ciento ochenta) días corridos.

El Contratista deberá garantizar el correcto seguimiento a cualquier reporte de falla o desviación de la operación normal del sistema, por el periodo de vigencia de este ítem, para informar de la situación a la ITAIPU Binacional, indicando el tipo de incidente y la propuesta de solución en un plazo no mayor a 24 horas, una vez reportado el mismo. Aceptada la propuesta de solución, se realizará la corrección y el reporte correspondiente.

3.10.5. Pruebas de Aceptación Final

La Prueba de Aceptación Final se llevará a cabo 15 (quince) días corridos antes de la finalización del periodo de asistencia para la operación y mantenimiento (Periodo de O&M). El Contratista debe

garantizar el Coeficiente de Rendimiento (PR) o Rendimiento Energético para la operación durante este período (conforme Apartado 3.9.5.1 "Coeficiente de Rendimiento").

La Prueba de Aceptación Final será emitida una vez que se cumplan las siguientes condiciones:

1) **No se identifican problemas (mecánicos, electrotécnicos, control y SCADA) durante la visita de inspección final.**
2) **La lista de inspección sólo contiene problemas menores que deben ser resueltos con un plazo de tiempo definido.**
3) **La planta ha superado con éxito las pruebas de desempeño iniciales, intermedias y finales durante la fase de operación y mantenimiento.**
4) **Todas las cuestiones comerciales y reclamaciones relacionadas con el período de construcción o de garantía se han resuelto.**

Las Pruebas de Aceptación Final, comprenderán mínimamente:

- **Parte 1 - Inspección visual.**
- **Parte 2 - Termografía con infrarrojos.**
- **Parte 3 - Verificación del rendimiento de la planta.**
- **Parte 4 – Disponibilidad de la Planta solar flotante.**

3.10.5.1. Disponibilidad de la Planta Solar Flotante

Debe ser el objetivo de la prueba comprobar la disponibilidad y el cumplimiento de los requerimientos funcionales y operacionales de los equipos, componentes y accesorios durante el funcionamiento normal, ejecutando todas las funciones definidas en estas Especificaciones Técnicas.

La tasa de disponibilidad del sistema deberá ser del 100%.

El promedio de disponibilidad será calculado por:

Disponibilidad = [1-(DT/TP)] x 100% donde:

DT = Tiempo Fuera de Servicio;

TP = Período de Prueba.

El tiempo de inactividad se define como el tiempo durante el cual pueden ocurrir una o más fallas. Deben ser definidos dos tipos de fallas:

- **Fallas que no impiden el funcionamiento normal del sistema: Cuando el sistema puede continuar operando, tales como fallas de equipos, componentes y accesorios, deben considerarse cualquier ocurrencia anormal o condición de operación de los sistemas y sus componentes y accesorios, tales como:**
  - **Defectos internos en los equipos, componentes y accesorios especificados por medio de elementos de señalización, además de fallas detectadas por automonitoreo de rutina y autodiagnóstico.**
  - **Operaciones incorrectas o accidentes en el funcionamiento de los equipos, componentes y accesorios del suministro.**
  - **Falta de disponibilidad de la funcionalidad de los equipos, componentes y accesorios debido a hardware o software.**
  - **Problemas de montaje, instalación y operación identificados durante el período de ensayo.**

- **Fallas que impiden el funcionamiento normal del sistema: Cuando la falla impide o hace inviable la operación del sistema.**

  La prueba de disponibilidad debe tener una duración de 90 (noventa) días corridos a partir de la conclusión de las actividades de puesta en operación de los equipos, componentes y accesorios, periodo que se inicia con la aprobación por parte de la Fiscalización de la ER.GP del ítem 70 "Puesta en Servicio". Con este fin, todas las pruebas de puesta en servicio deben haber concluido con éxito y haber sido formalmente aceptados por la ITAIPU Binacional.

  En caso de falla durante la prueba de disponibilidad, debe adoptarse el siguiente procedimiento:

  - **La ITAIPU Binacional deberá notificar al CONTRATISTA mediante una breve descripción de lo ocurrido.**
  - **El CONTRATISTA debe presentarse en el local de ocurrencia dentro de las 24 (veinticuatro)) horas desde la recepción de la notificación emitida por la ITAIPU Binacional, y debe presentar una propuesta de solución y presentar la misma, para la aprobación de ITAIPU.**
  - **El CONTRATISTA debe tomar medidas para corregir el problema dentro de las 24 (veinticuatro) horas después de la notificación formal emitida por ITAIPU Binacional y la aprobación de la solución propuesta por el CONTRATISTA.**
  - **Después de la corrección de la falla, en caso de fallo que impide la operación, se iniciará otro período de 90 (noventa) días de prueba de disponibilidad.**
  - **Después de la corrección de la falla, si no es impeditiva, continuará la prueba de disponibilidad.**
  - **El incumplimiento del CONTRATISTA de los plazos especificados en los sub-temas anteriores puede resultar en rechazo por la ITAIPU Binacional de los equipos, componentes y accesorios suministrados.**

3.10.5.2. Cálculo del tiempo de Indisponibilidad

Para los fines del cálculo de la indisponibilidad, los siguientes periodos deberán ser computados como tiempo fuera de servicio:

- **El tiempo total desde la falla del equipo incluido en el suministro hasta su regreso a funcionamiento normal;**
- **Tiempo fuera de servicio debido a causas no determinadas, que deberá ser descontado si posteriormente se constata que fuera causada por la falla de equipo no incluido en el suministro.**

Las fallas repetitivas pueden causar la suspensión del período de prueba. La prueba sólo debe ser reiniciada después de corregir la falla.

Los periodos siguientes no serán considerados como tiempo fuera de servicio o deducidos del tiempo de servicio:

- **Tiempo fuera de servicio causado por la falla de un equipo no incluido en el suministro;**
- **Tiempo invertido en viaje autorizado hasta el local y en preparativos para iniciar el diagnóstico de la falla, por el personal de mantenimiento de la ITAIPU o del CONTRATISTA, siempre que no exceda las 24 (veinticuatro) horas. El cálculo del tiempo debe ser hecho**

contando desde la primera (1ra) hora computable después de recibir la autorización expedida por la ITAIPU;

3.10.6. Documentos finales del proyecto Como Construido ("As Built")

La documentación técnica para la versión Como Construido ("As Built") deben ser realizados por el CONTRATISTA y ser de acuerdo con los requisitos mínimos que se establecen más adelante.

Cualquier cambio en los documentos deberá ser controlado durante el desarrollo del proyecto. La edición final de todos los documentos en la edición "As Built" se incorporarán al Dossier Final.

El índice del Dossier Final del Proyecto, los procedimientos de ejecución y pruebas deberán ser entregados por el Contratista a ITAIPU Binacional para su revisión y aprobación.

Estos documentos deberán ser revisados y enviados por el Contratista en un plazo máximo de 5 (cinco) días hábiles desde el momento en que se hayan recibido los comentarios realizados por ITAIPU Binacional.

A la finalización, antes del cierre del Contrato, el Dossier Final del Proyecto (FPD) deberá ser presentado, e incluirá mínimamente la documentación técnica y de calidad siguiente:

A. **Dossier de ingeniería "As Built"**
   - **Planos.**
   - **Cálculos.**
   - **Fichas técnicas.**
   - **Manuales.**
   - **Manuales de operación y mantenimiento.**
   - **Lista de piezas de repuesto, equipos, etc.**

B. **Dossier de calidad "As Built"**
   - **Plan de calidad.**
   - **Plan de pruebas de inspección.**
   - **Certificados de pruebas de material, incluyendo accesorios.**
   - **Inspección/Informes NTD.**
   - **Certificado de pruebas de fábrica.**
   - **Declaración de conformidad.**
   - **Otros documentos relevantes.**
   - **Informes de desviaciones significativas (si aplica).**

Todos los documentos generados durante la implementación de la PSF y que hayan sido revisados durante la elaboración del proyecto, deben actualizarse con la incorporación de todas las modificaciones para representar el estado final de la PSF.

Deben eliminarse, a través de la revisión de los planos y documentos de proyecto para la condición "Como Construido" ("As-Built"), cualquier nota general o temporal.

Todos los documentos se emitirán en español y el sistema unitario a emplear será el Sistema Internacional (SI).

4. PARTICULARIDADES

4.1. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

La transferencia de conocimiento implica a todas aquellas acciones de cesión del capital intelectual y del know-how (tácito y explicito) entre una entidad cedente y una entidad receptora, con la

finalidad de independencia y autonomía en la utilización, administración, operación, mantenimiento, y posterior expansión de un bien y/o servicio otorgado.

Se entiende como actividad de transferencia, las acciones de intercambio de intelecto relacionadas con la formación, entrenamiento, prácticas laborales, gestión de información escrita y audiovisual en manuales, procedimientos, lecciones aprendidas y conocimiento comercial asociada al contacto con proveedores expertos, entre otras actividades.

En este apartado, se indican los requisitos mínimos del programa de transferencia de conocimiento que se deberá ofrecer a quien la ITAIPU Binacional designe, garantías de transferencia del conocimiento y acceso a los procedimientos tanto constructivos como de operación y mantenimiento de los equipos suministrados por el Contratista.

La transferencia del conocimiento tendrá una duración coincidente con el inicio del emprendimiento desde la Orden de Inicio de Servicios hasta la culminación del ÍTEM 80, "ASISTENCIA TÉCNICA PARA O&M Y ACEPTACIÓN FINAL", Apartado 3.10.6 "Documentos finales del proyecto Como Construido ("As Built")".

4.1.1. Documentación y gestión del conocimiento

El Contratista entregará en el tiempo establecido toda la documentación específica con la cual pretende formar en el entrenamiento y capacitación, con base en el contenido aprobado por la ITAIPU Binacional. El volumen de contenidos será según lo convenido entre las partes. Esta información debe incluir todas las memorias, instructivos, planos, catálogos y demás documentos necesarios, de preferencia, en formato digital (Word, Excel, PowerPoint, Adobe Acrobat, AutoCAD u otro software aprobado previamente por ITAIPU Binacional).

El Contratista deberá proveer una plataforma online para la gestión documental y de conocimiento para administrar la información y la multimedia entregada garantizando agilidad y la oportuna consulta (One drive, Google Drive, Dropbox, etc.).

4.1.2. Programa de capacitación y entrenamiento

El programa de capacitación será enviado por el Contratista para la aprobación por parte de la ITAIPU Binacional. El personal técnico y profesional al que se le dará el entrenamiento lo definirá ITAIPU Binacional, el cual contará entre 10 a 16 participantes designados por la ITAIPU Binacional.

El Contratista entregará el programa de capacitación junto con todos los contenidos que pretende enseñar en este programa. En esta entrega será obligatorio incluir la metodología de capacitación y entrenamiento a realizar, el contenido y el impacto a lograr en habilidades y conocimiento por rol a ejecutar.

Las capacitaciones deberán cubrir los temas incluidos en el alcance mencionado más adelante. Lo harán por medio de una parte práctica donde conocerán los aspectos clave de instalación, montaje, puesta en marcha, integración y operación, así como una parte práctica, donde se abordarán los aspectos anteriores con un enfoque a mejorar las prácticas operativas, considerando previsiones y recomendaciones con el fin de reducir los riesgos para el personal y los equipos, así como extender en la medida de lo posible la vida útil de la planta solar flotante. A criterio de la ITAIPU Binacional las capacitaciones podrán también ser grabadas en formato video.

Todas estas capacitaciones serán en idioma español y/o portugués.

4.1.3. Personal Instructor

El Contratista deberá definir el personal que ejecutará las actividades de capacitación y entrenamiento. El profesional asignado debe contar con experiencia acreditada responsable para dirigir y coordinar las actividades y prácticas solicitadas. En las capacitaciones podrán participar por parte del Contratista, diferentes técnicos y profesionales, no obstante, el profesional encargado del rol de dirección y coordinación de la transferencia de conocimiento deberá ser independiente del personal que esté a cargo del montaje de los equipos y de la operación.

4.1.4. Validación de la capacitación y entrenamiento

Se debe asegurar que el conocimiento proporcionado por el Contratista sea debidamente asimilado mediante valoraciones periódicas en la práctica. Se requiere la certificación de haber asimilado el mínimo de conocimiento necesario en cada área. Para asegurar que esto se cumple, se detallaran los métodos mediante los cuales se hará el examen de contenidos.

El Contratista proporcionará informes con los resultados de la evaluación del entrenamiento según la frecuencia solicitada por ITAIPU Binacional. Estos informes deben reflejar el nivel alcanzado por los participantes, con la condición de que se cumpla con un nivel mínimo predefinido. En caso de no haber alcanzado las capacidades mínimas para pasar la evaluación, el Contratista se compromete a completar las capacitaciones necesarias hasta lograr el resultado esperado.

4.1.5. Personal de operación y mantenimiento

El instructor del Contratista tiene la facultad de ofrecer recomendaciones sobre los requisitos de perfil, experiencia previa y roles del personal para garantizar una transferencia de conocimientos efectiva en las áreas de montaje, operación y mantenimiento de la planta. Sin embargo, la selección del grupo que participará en el programa de capacitación y transferencia de conocimientos será definida por la ITAIPU Binacional.

Considerando la posibilidad de que el personal designado no posea experiencia específica en la operación y mantenimiento de una planta con tecnología similar, el Contratista se compromete a ajustar las actividades y el contenido del programa en coordinación con la ITAIPU Binacional, adaptándolos a los perfiles y equipos finalmente definidos.

En caso de producirse cambios en alguno o varios de los participantes de la ITAIPU Binacional durante el programa de capacitación, el Contratista deberá incorporar en los costos la capacitación de al menos dos sustitutos designados por la ITAIPU Binacional.

4.1.6. Lugar, horario y herramientas de la capacitación

La capacitación se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos específicos acordados entre ambas partes, según el programa proporcionado. Las plataformas digitales utilizadas serán detalladas antes del comienzo del programa, así como el software y hardware necesarios.

En el caso de capacitaciones virtuales o simulaciones, se requieren plataformas intuitivas con manuales claros y guías de uso de fácil ejecución. La definición de estas herramientas y condiciones se establecerá de manera consensuada entre el Contratista y la ITAIPU Binacional.

Es imprescindible que el entrenamiento práctico de este programa se lleve a cabo de manera presencial, así como las evaluaciones finales de asimilación de contenidos.

Cualquier software o hardware necesario que no esté en posesión de la ITAIPU Binacional será proporcionado por el Contratista.

4.1.7. Cronograma de transferencia del conocimiento

Es necesario incorporar en la propuesta un cronograma detallado para la ejecución del plan de transferencia, que incluya cada una de las actividades con su respectiva intensidad horaria y alcance. Este cronograma debe ser presentado para su aprobación.

De acuerdo con lo acordado previamente, se deben incluir como mínimo los siguientes módulos de capacitación:

Tabla 21. Contenidos mínimos de los módulos de capacitación.

Módulo	Temas	Fase (Intensidad horaria teórica)
Módulo 1: - Capacitación inicial - Aspectos básicos	Aspectos generales Aspectos del diseño Mercado de proveedores Plan de trabajo	A más tardar un mes después de la aprobación de la metodología. (16 horas)
Módulo 2: - Configuración específica planta y equipos - Aspectos de montaje e instalación - Lecciones aprendidas y riesgos	Configuración Elementos específicos de la planta Aspectos de montaje e instalación	Dentro del primer mes de la fase de montaje de equipos, se debe contar con los equipos en sitio. (18 horas)
Módulo 3: - Capacitación pruebas, puesta en marcha e inicio de operación	Capacitación en operación y mantenimiento	Finalización de montaje y fase de pruebas: previo a la prueba de inspección, verificación y aprobación de puesta en marcha del proyecto. (18 horas)
Módulo 4: - Fase final de periodo operativo recopilación documental	Complemento de aspectos operativos Recopilación documental Lecciones aprendidas del proceso Proceso de entrega	Dentro del tercer mes de operación como prerrequisito a Recepción final del proyecto Solar o Aceptación final. (12 horas)

4.2. PROGRAMA DE GARANTÍAS

El Contratista deberá cumplir las siguientes garantías mínimas para los componentes de la planta solar flotante. Serán descritas de manera detallada cada una de las garantías ofertadas, indicando el alcance, condiciones, limitaciones y forma de respaldo real.

Las garantías otorgadas por los fabricantes forman parte del ítem 70 "Puesta en Servicio", Apartado 3.9.1 "Introducción", las cuales deberán ser presentadas indefectiblemente para que se dé cumplimiento a dicho ítem.

Tabla 22. Garantías mínimas del Proyecto.

Equipo	Garantía Mínima	Otros requerimientos
Garantía de módulos fotovoltaicos y PID (Degradación por potencial)	10 años	Durante el periodo de garantía, los módulos no presentarán defectos de diseño, materiales, mano de obra o fabricación que impidan su funcionamiento y se ajustarán a las especificaciones y diseños pertinentes. Las garantías de producto deben ser emitidas por una entidad financiera con calificación internacional mínima BBB. El número de aceptación de módulos conformes será como mínimo igual o superior al 95% de la muestra (en función del tamaño del lote, se podrá adaptar el número de aceptación y tipo de inspección, acorde a las especificaciones de la norma ISO 2859-1).
Módulos fotovoltaicos, garantía de potencia	Degradación lineal terminando en mínimo el 80% de la capacidad nominal después de 30 años.	
Planta fotovoltaica – Componentes CC	5 años	
Planta fotovoltaica – Componentes CA	5 años	
Inversores, Transformadores de potencia, Celdas de MT	5 años	Frente a defectos y mano de obra. Debe ofrecerse como alternativa una garantía por 10, 15, 20, 25 y hasta 30 años indicando las condiciones comerciales respectivas. Tiempo de respuesta: 48 h para días hábiles y 72 h para días festivos. La garantía de producto debe ser emitida por una entidad financiera con calificación internacional mínima BBB.
Estructuras de soporte de módulos y pasarelas – Sistema de flotación	10 años	
Sistema de monitorización	5 años	
Componentes del circuito de conexión	10 años	
Sistema de amarre o anclaje (Incluye cable, sistema elástico, lastre de hormigón)	20 años	

Las garantías extendidas en la tabla 22 deberán ser emitidas de forma directa, del fabricante a ITAIPU Binacional. Todas las garantías deberán ser presentadas por escrito o en formato digital emitida por el órgano responsable.

En cuanto a los parámetros energéticos de la Planta Solar Flotante, las garantías a cumplir se especifican en la Tabla 18. PR garantizado en CA.

4.3. PROGRAMA DE CALIDAD Y CONTROL

Esta sección cubre los requisitos de garantía de calidad y control de calidad del proyecto (QA/QC). El Contratista será responsable de todo los QA/QC para este proyecto.

El Contratista desarrollará e implementará un Programa de Calidad del proyecto eficaz a fin de garantizar que todas las actividades y funciones del proyecto cumplan plenamente con los requisitos de todas las condiciones de estas especificaciones técnicas y estándares aplicables. El Programa de Calidad del proyecto se implementará y cubrirá los siguientes elementos:

- **Política de calidad.**
- **Gestión de la calidad.**
- **Sistemas de calidad.**
- **Control de calidad.**
- **Garantía de calidad.**

Se incluirá en el Programa de Calidad del proyecto la planificación, gestión y administración, asignación de los recursos adecuados y otras actividades sistemáticas para la calidad, como planificación de la calidad, operaciones, evaluación y acciones apropiadas bien dirigidas, cada una de las cuales se construirá en la misma dirección de los elementos anteriores.

El alcance del Programa de Calidad del proyecto se extenderá desde la administración y gestión del proyecto a través de las actividades de ingeniería y diseño, incluida la compra de equipos y materiales principales, materiales y suministros menores, y llegará hasta la construcción, montaje, instalación, pruebas y puesta en servicio de la planta.

El programa de Calidad del proyecto estará basado en la Norma ISO 9001, que se utilizará como guía de los requisitos de calidad del proyecto.

5. ANEXOS

5.1. PRUEBAS TÉCNICAS DE LOS PANELES SOLARES

5.2. PLANO DE UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO

5.3. LAYOUT GENERAL

5.4. DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

5.5. ARQUITECTURA DE CONTROL

5.6. LISTADO DE MARCAS DE REFERENCIA

5.7. SIST. ELÉCTR. DE DISTRIB. MT ÁREA PRIORITARIA MD – DIAGRAMA UNIFILAR

5.8. PLANO REFERENCIAL DE DUCTOS SUBTERRÁNEOS EXISTENTES

5.9. CANTIDAD DE SEÑALES MÍNIMAS PARA EL SISTEMA SCADA

5.10. SERVICIOS DISPONIBILIZADOS POR LA SUPERINTENDENCIA DE INFORMÁTICA DE LA IB

5.11. EETT DE REFERENCIA DE VIDEO WALL