# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS DEL PROYECTO

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Sevilla, febrero de 2024

# ÍNDICE DEL PROYECTO

DOCUMENTO 01. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

DOCUMENTO 02. ANEXOS MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

- Anexo 1. Oferta Narada
- Anexo 2. Oferta Ingeteam
- Anexo 3. Datasheet ISS 3Power C Series 1500V
- Anexo 4. Carta de Funcionalidades del Inversor
- Anexo 5. Advanced Grid Support Functionalities
- Anexo 6. ISS 3Power C Series SCR
- Anexo 7. Amortiguamiento de Oscilaciones
- Anexo 8. Ingeteam BESS Control
- Anexo 9. BESS Cowes 8.5 MW - 4.72 MWh
- Anexo 10. BESS Whitelee 50 MW - 50 MWh
- Anexo 11. Certificado de Conformidad 1
- Anexo 12. Certificado de Conformidad 2

DOCUMENTO 03. ANEXOS ORGANISMOS

- Anexo 1. Permiso de Acceso y Conexión

DOCUMENTO 04. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 06. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO 07. PROGRAMA DE GESTION DE RESIDUOS

DOCUMENTO 08. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO

DOCUMENTO 09. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 10. PLANOS

Plano 01. Situación

Plano 02. Emplazamiento

Plano 03. Implantación General

Plano 04. Unifilar General

Plano 05. PowerStation FSK Series C Inversor DC/AC y Convertidor DC/DC

Plano 06. Contenedor Almacenamiento Baterías

Sevilla, febrero de 2024

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692
del Colegio Oficial de Ingenieros
Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

# DOCUMENTO 01. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 01. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

Sevilla, febrero de 2024

# ÍNDICE:

**1. INTRODUCCIÓN ..... 7**

**2. ANTECEDENTES ..... 8**

**3. OBJETO ..... 10**

**4. TITULAR ..... 10**

**5. AUTOR DEL PROYECTO ..... 11**

**6. EMPLAZAMIENTO ..... 11**

**7. NORMATIVA APLICABLE ..... 12**

**8. MEMORIA ELÉCTRICA ..... 38**

**8.1 Descripción general de la instalación ..... 38**

8.1.1 Sistema de baterías (BS) ..... 41

8.1.2 Sistema de servicios auxiliares (SSAA) ..... 44

8.1.3 Convertidor DC/DC ..... 46

8.1.4 Estación de potencia Full Skid ..... 47

8.1.5 Sistema de control central (EMS + CTR) ..... 50

8.1.6 Conductores media tensión ..... 54

8.1.7 Conductor baja tensión ..... 61

8.1.8 Tipos de cables empleados ..... 62

8.1.9 Protecciones eléctricas ..... 64

8.1.10 Sistema de puesta a tierra ..... 66

8.1.11 Sistema de control de planta ..... 69

8.1.12 Instalaciones auxiliares ..... 69

**9. MEMORIA OBRA CIVIL ..... 70**

**9.1 Criterios de diseño ..... 70**

**9.2 Alcance ..... 71**

9.2.1 Elementos constructivos obra civil ..... 71

**10. CONDICIONADOS GENERALES DEL PROYECTO ..... 72**

**10.1 Condiciones Generales ..... 72**

10.1.1 Inicio de la actividad ..... 72

10.1.2 Certificación técnica ..... 73

**10.2 Solicitud de autorizaciones Sectoriales ..... 73**

**10.3 Solicitud de autorización a organismos afectados ..... 73**

**11. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS ..... 74**

## HISTÓRICO DE DOCUMENTO

| REV | COMENTARIOS | FECHA |
|---|---|---|
| 00 | Inicial para entrega | febrero de 2024 |

# 1. Introducción

En los últimos años, Andalucía ha demostrado un fuerte compromiso con las energías renovables y ha sido reconocida como una de las Comunidades Autónomas líderes en la transición energética. El aumento en 2022 de un 14% de la potencia renovable para la generación eléctrica, hasta los 10.197,8 MW, hace que las energías limpias representen el 56% del total de la potencia instalada en la Comunidad, lo que supone una producción anual de más de 20.000 GWh al año de energía eléctrica renovable. A su vez, Andalucía se posiciona como la segunda Comunidad Autónoma con mayor capacidad de energía renovable instalada.

De estos cerca de 10.200 MW de potencia renovable instalada en Andalucía, la energía solar fotovoltaica contribuye con el 46,1% (4.703 MW) repartidos en 65 centrales de más de 10 MW (con 3.109 MW de potencia), pequeñas centrales y las ya comentadas 83.370 instalaciones en autoconsumo, superando así por primera vez a la potencia de los parques eólicos de la región. (Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Industria, 2023).

En la actualidad, es fundamental desarrollar una capacidad de almacenamiento en Andalucía que se adapte a las necesidades de la red eléctrica y esté cerca de los centros de producción renovable. Esto permitirá minimizar las pérdidas en la red y lograr dos objetivos principales: nivelar la demanda diaria de electricidad y optimizar la producción renovable, que está sujeta a las variaciones meteorológicas.

En Andalucía, a diferencia de otras regiones de España, existen limitaciones para la implementación de plantas de bombeo tradicionales como método de almacenamiento. Actualmente, solo hay dos plantas de este tipo en la comunidad. Sin embargo, la Comunidad Autónoma cuenta con un abundante recurso solar. Por lo tanto, una opción prometedora es conectar un sistema de baterías directamente a la red para almacenar los excedentes de producción y que esta energía almacenada pueda ser reinyectada a la red cuando sea necesario.

Ante la necesidad expuesta anteriormente, la sociedad TELEIRO SOLAR, S.L. pretende instalar un sistema de almacenamiento energético mediante baterías electroquímicas con el objetivo de maximizar la producción de energía renovable, cubrir las necesidades de consumo y dar estabilidad y servicios a la red. El sistema de almacenamiento será ubicado en el término municipal de Los Barrios, provincia de Cádiz,comunidad autónoma de Andalucía.

En este proyecto específico, se utilizarán acuerdos de compraventa de energía (PPA) para que las baterías utilicen la energía generada por las plantas fotovoltaicas de la misma empresa, ubicadas en diferentes lugares. Es crucial señalar que estas plantas no están conectadas directamente al sistema de almacenamiento, sino a la red eléctrica, lo que proporciona una mayor flexibilidad. La producción de energía limpia se realiza en un lugar óptimo y más alejado, mientras que cerca del punto de consumo de energía se encuentra el sistema de almacenamiento propuesto para servir a la red y a los consumidores cercanos. De esta manera, el sistema de almacenamiento inyecta energía en la red durante los picos de demanda (cuando la demanda es alta) y la retira durante los momentos de baja demanda, mejorando aún más la estabilidad y eficiencia de la red.

La instalación se clasifica como **Tipo B** según el artículo 8 apartado b) del Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas. Las instalaciones de

Tipo B consisten en módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión es inferior a 110 kV (en este proyecto es de **20 kV**) y cuya capacidad máxima es superior a 100 kW e igual o inferior a 5 MW (en este proyecto es de 4 MW).

## 2. Antecedentes

El Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión del 14 de abril de 2016 por el que se establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, define los requisitos técnicos para la conexión a la red de las instalaciones de generación de electricidad.

Si bien una parte de los requisitos técnicos establecidos son de directa aplicación, otros no están completamente detallados y su implementación requiere que, conforme a lo establecido en los mismos, sean propuestos por los gestores de la red y posteriormente aprobados y publicados por la entidad designada por el Estado miembro, la cual será la autoridad reguladora salvo disposición en contra de dicho Estado miembro.

Con fecha 29 de mayo de 2018, Red Eléctrica de España, S.A. presentó al Ministerio para la Transición Ecológica una propuesta de modificación del procedimiento de operación 12.2 sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad de instalaciones de generación y demanda con conexión a la red de transporte, la cual incluía, entre otras cuestiones, su propuesta relativa a los requisitos técnicos que, de acuerdo con lo señalado anteriormente, no están completamente definidos en el Reglamento (UE) 2016/631, y cuya definición corresponde, de acuerdo con los mismos, al gestor de la red de transporte.

Por su parte, con fecha 17 de mayo de 2018 la actual Asociación de Empresas de Energía Eléctrica (AELEC) remitió al Ministerio para la Transición Ecológica su propuesta relativa a los requisitos técnicos recogidos en el Reglamento (UE) 2016/631 cuya definición corresponde, de acuerdo con lo señalado en dicho reglamento, a los gestores de red de distribución.

Tomando como base el Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión y considerando las propuestas presentadas por Red Eléctrica de España, S.A y AELEC, MITECO aprobó la orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de conexión a la red de las instalaciones de generación de electricidad, de las instalaciones de demanda, de los sistemas de alta tensión en corriente continua y de los módulos de parque en corriente continua, dando cumplimiento a las obligaciones establecidas en el artículo 7.6 del Reglamento (UE) 2016/631, de 14 de abril de 2016, en el artículo 6.6. del Reglamento (UE) 2016/1388, de 17 de agosto de 2016, y en el artículo 5.6 del Reglamento (UE) 2016/1447, de 26 de agosto de 2016.

A continuación, se expone de forma simplificada el procedimiento seguido para calcular el número de inversores necesarios y la potencia de cada uno de ellos para cumplir con los requerimientos del nuevo código de red.

La instalación de generación en cuestión se define como de tipo B según el Reglamento UE 2016/631 para módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya capacidad máxima sea superior a 100 kW e igual o inferior a 5 MW. El objetivo es determinar la potencia aparente de los inversores de forma que se cumplan las prescripciones que se indica en dicho código de red.

| Tipo de planta | Potencia instalada ($P_{MAX}$) | Tensión en el punto de conexión ($V_{PCR}$) |
|---|---|---|
| A | 0,8 kW < $P_{MAX}$ ≤ 100 kW | $V_{PCR}$ < 110 kV |
| B | 100 kW < $P_{MAX}$ ≤ 5 MW | $V_{PCR}$ < 110 kV |
| C | 5 MW < $P_{MAX}$ ≤ 50 MW | $V_{PCR}$ < 110 kV |
| D | $P_{MAX}$ > 50 MW | $V_{PCR}$ ≥ 110 kV |

*Figura 1. Clasificación por tipologías de planta según la potencia instalada con punto de conexión <110kV.*

En la orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión se establecen los criterios y requerimientos a cumplir por los diferentes módulos de generación eléctrica (MGE), donde se indica lo siguiente para MGE tipo B:

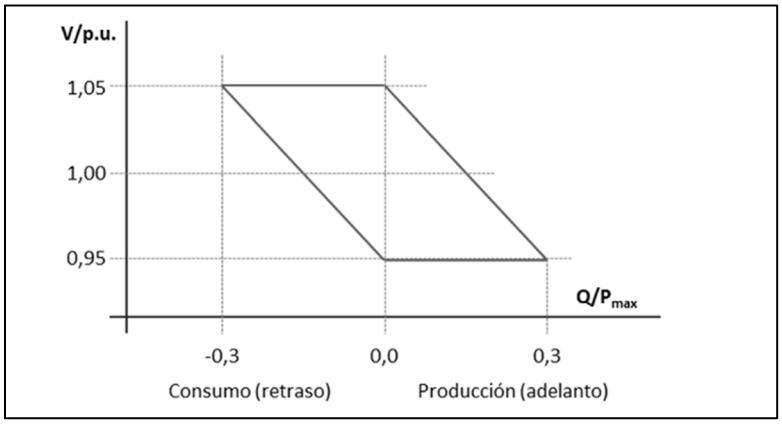



*Figura 2. Diagrama U-Q/P de un módulo de generación de electricidad síncrono tipo B cuando Pmax<15MW.*

El presente proyecto se alinea con los proyectos de almacenamiento eléctrico o independiente "Stand Alone" en el territorio nacional, concretamente en aquellos conectados a las redes de distribución de energía eléctrica, de acuerdo con lo establecido en el artículo 1.2, a), de la Orden TED/807/2023, de 17 de julio, cuyo sistema de almacenamiento propuesto para TELEIRO SOLAR, S.L. consiste en un sistema con una potencia nominal de 5 MW de baterías de ion litio con 4 horas de capacidad de almacenamiento.

Asimismo, los equipos escogidos para llevar a cabo dicho proyecto presentan una vida útil de 35 años, dado que la capacidad de almacenamiento residual al final de su vida es superior al 66,3%.

En ningún caso dicha instalación se trata de un sistema de almacenamiento virtual, pues está asociado a la nueva infraestructura que se va a realizar para la construcción del sistema de almacenamiento en baterías.

Al tratarse de una tipología de proyecto de almacenamiento eléctrico independiente o "Stand Alone", la energía se almacenará en dichos sistemas para ser inyectada a la red durante los momentos pico y retirarla durante los periodos valle. Este procedimiento se realizará de manera cíclica con una carga y una descarga diaria.

En la siguiente tabla se resumen las características básicas del proyecto:

*Tabla 1. Características de elegibilidad para la convocatoria Stand Alone.*

| Características | Valor |
|---|---|
| Potencia Nominal del Sistema de Almacenamiento (MW) | 5 |
| Duración en la que el Sistema de Almacenamiento es capaz de mantener su Potencia Máxima Nominal de forma sostenida (h) | 4 |
| Energía Nominal del Sistema de Almacenamiento (MWh) | 20 |

Con fecha del 19 de febrero de 2024, con número de referencia 0000735016, EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal emite permisos de acceso y conexión de la instalación de almacenamiento en el tramo LSMT CINECITE-SE BARRIOS , con una capacidad de acceso de 4.000 kW.

## 3. Objeto

El objeto del presente proyecto de ejecución es la descripción constructiva y justificativa de la Instalación de Almacenamiento con Baterías Electroquímicas “TELEIRO LOS BARRIOS”, en el término municipal de Los Barrios, provincia de Cádiz, en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Se redacta el proyecto para obtener **la Autorización Administrativa Previa, la Autorización Administrativa de Construcción y la Licencia de Obras,** así como para servir como documento básico para la obtención de los permisos requeridos para la tramitación del proyecto tanto ante los organismos afectados como ante el Ayuntamiento de Los Barrios.

El presente proyecto se completa con el proyecto de ejecución de la línea de Subterránea de Media Tensión, el Centro de Seccionamiento y Medida, denominado “PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 20 KV DC DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO “TELEIRO LOS BARRIOS” EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS”, que define la infraestructura de evacuación desde la instalación hasta el punto de conexión en la red de distribución de EDistribución, y también la infraestructura del Centro de Seccionamiento y Medida.

El proyecto del Centro de Seccionamiento y Medida y Línea de Evacuación no forman parte de este proyecto de ejecución.

El conjunto de proyectos de ejecución, Sistema de almacenamiento, Centro de Seccionamiento y Medida y Línea de Evacuación son partes integrantes de la misma actuación se hace referencia a ellos en el cronograma del proyecto.

## 4. Titular

Los datos del titular de la instalación son los siguientes:

- Titular: TELEIRO SOLAR, S.L.

- CIF: B05456983
- Domicilio social: C/ Irlanda 13, oficinas 4 y 5, 41500, Alcalá de Guadaira.

Persona de contacto:

- Sr. D. Pablo Rafael Gómez Falcón
- Administrador Único de TELEIRO SOLAR, S.L.
- Correo: coagener@coagener.com
- Teléfono: 955 18 18 69

## 5. Autor del Proyecto

El autor del proyecto es D. Enrique Gutiérrez Calderón, Ingeniero Industrial colegiado n.º 2.692 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental.

## 6. Emplazamiento

La instalación se ubica en el término municipal de Los Barrios, concretamente en el polígono industrial Palmones, según referencia catastral 107505TF8017S0001FR . La superficie total de la instalación es de 500 $m^2$.

La disposición de la instalación puede contemplarse en el **Plano 03. Implantación General** en las coordenadas:

| **COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30** | |
|---|---|
| **X** | **Y** |
| 281023 | 4007407 |

El punto de conexión a la red de distribución se encuentra a 20 m aproximadamente al este de la instalación, en las siguientes coordenadas:

| **COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30** | |
|---|---|
| **X** | **Y** |
| 281036,19 | 4007439,7 |

A continuación, se presenta la ubicación del sistema de almacenamiento de TELEIRO SOLAR, S.L. incluyendo las coordenadas correspondientes al punto de conexión a la red.

*Figura 3. Ubicación del Punto de conexión a la red de TELEIRO SOLAR S.L.*

## 7. Normativa aplicable

Para el estudio del presente Proyecto, hemos tenido en cuenta los siguientes Reglamentos, Leyes y Normas, así como las actualizaciones que las afectan:

**Europea:**

- El marco legal de referencia básico para la evaluación ambiental y urbanística de proyectos a nivel europeo, estatal y autonómico de este tipo de tecnologías es el siguiente: Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

**Estatal:**

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del agua y de la planificación hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Agua
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del agua y de la planificación hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Norma 3.1- Instrucción de Carreteras, Trazado.
- Norma 5.2- Instrucción de Carreteras, Drenajes.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) el 18 de julio de 2008.
- Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
- Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.
- Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea.
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas.
- Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiación forzosa.

- Decreto de 26 de abril de 1957 por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa.
- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de Hidrocarburos.

**Autonómica:**

- Decreto-ley 2/2018, de 26 de junio, de simplificación de normas en materia de energía y fomento de las energías renovables en Andalucía.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (y corrección de errores).
- Decreto 50/2008, de 19 de febrero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ley 7/2007 de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía. Texto consolidado de 12 de enero de 2016.
- Decreto 356/2010 de 3 de agosto por el que se regula la Autorización Ambiental Unificada. Andalucía.
- Ley 9/2010, de 30 de Julio, de Aguas de Andalucía.
- Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- Decreto 370/2011, de 20 de diciembre por el que se aprueba el Plan de Ordenación del Territorio del Campo de Gibraltar (Cádiz) y se crea su Comisión de Seguimiento.

**Municipal:**

- PGOU del excelentísimo ayuntamiento de los Barrios.
- Normativa local aplicable.

**Instalaciones eléctricas:**

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento de la ITC-LAT 02

**GENERALES:**

| | |
|---|---|
| UNE 20324:1993 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324/11V1:2000 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324:2004 ERRATUM | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 21308-1:1994 | Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos. |
| UNE-EN 50102:1996 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/A1:1999 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/AI CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 60060-2:1997 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida. |
| UNE-EN 60060-2/A11:1999 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida. |
| UNE-EN 60060-3:2006 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ. |
| UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ. |
| UNE-EN 600711:2006 | Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60071-2:1999 | Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación. |
| UNE-EN 60270:2002 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales. |
| UNE-EN 60865-1:1997 | Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo. |
| UNE-EN 60909-0:2002 | Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes. |
| UNE-EN 60909-3:2004 | Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra. |

**CABLES Y CONDUCTORES:**

| | |
|---|---|
| UNE 21144-1-1:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades. |
| UNE 21144-1-1/2M:2002 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades. |
| UNE 21144-1-2:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas. |
| UNE 21144-1-3:2003 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes. |
| UNE 21144-2-1:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |

| | |
|---|---|
| UNE 21144-2-1/1M: 2002 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |
| UNE 21144-2-1/21V1:2007 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |
| UNE 21144-2-2:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar. |
| UNE 21144-3-1:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable. |
| UNE 21144-3-2:2000 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia. |
| UNE 21144-3-3:2007 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas. |
| UNE 21192:1992 | Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático. |
| UNE 207015:2005 | Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas |
| UNE 2110031:2001 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV). |
| UNE 211003-2:2001 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV). |

| | |
|---|---|
| UNE 211003-3:2001 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV). |
| UNE 211004:2003 | Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 500 kV (Um=550 kV). Requisitos y métodos de ensayo. |
| UNE 211004/11V1:2007 | Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 500 kV (Um=550 kV). Requisitos y métodos de ensayo. |
| UNE 211435:2007 | Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución. |
| UNE-EN 50182:2002 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas. |
| UNE-EN 50182 CORR.:2005 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas. |
| UNE-EN 50183:2000 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio. |
| UNE-EN 50189:2000 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado. |
| UNE-EN 503971:2007 | Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos. |
| UNE-EN 60228:2005 | Conductores de cables aislados. |
| UNE-EN 60228 CORR.:2005 | Conductores de cables aislados. |
| UNE-EN 607944:2006 | Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia |
| UNE-EN 61232:1996 | Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 61232/A11:2001 | Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos. |
| UNE-1-113 620-5-E-1:2007 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5). |
| UNE-1-113 620-5-E-2:1996 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 5E-3). |
| UNE-1-113 620-7-E-1:2007 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5). |
| UNE-HD 620-7-E-2:1996 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E-2). |
| UNE-HD 620-9-E:2007 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5). |
| UNE-HD 632-3A:1999 | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de |

| | |
|---|---|
| | XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A). |
| UNE-HD 632-5A:1999 | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A). |
| UNE-HD 632-6A:1999 | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A). |
| UNE-HD 632-8A:1999 | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A). |
| PNE 211632-4A | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um =170 kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3). |
| PNE 211632-6A | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um =170 kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3). |

**ACCESORIOS PARA CABLES:**

| | |
|---|---|
| UNE 21021:1983 | Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 61442:2005 | Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV) |
| UNE-EN 61854:1999 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores. |
| UNE-EN 61897:2000 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo "Stockbridge". |
| UNE-EN 61238-1:2006 | Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV (Um=42 kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos. |
| UNE-HD 629-1:1998 | Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco. |
| UNE-HD 629-1/A1:2002 | Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco. |

**APOYOS Y HERRAJES:**

| | |
|---|---|
| UNE 21004:1953 | Crucetas de madera para líneas eléctricas. |
| UNE 21092:1973 | Ensayo de flexión estática de postes de madera. |
| UNE 21094:1983 | Impregnación con creosota a presión de los postes de madera de pino. Sistema Rüping. |
| UNE 21097:1972 | Preservación de los postes de madera. Condiciones de la creosota. |
| UNE 21151:1986 | Preservación de postes de madera. Condiciones de las sales preservantes más usuales. |
| UNE 21152:1986 | Impregnación con sales a presión de los postes de madera de pino. Sistema por vacío y presión. |
| UNE 37507:1988 | Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación. |

| | |
|---|---|
| UNE 207009:2002 | Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión. |
| UNE 207016:2007 | Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas. |
| UNE 207017:2005 | Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución. |
| UNE 207018:2006 | Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución. |
| UNE-EN 12465:2002 | Postes de madera para líneas aéreas. Requisitos de durabilidad. |
| UNE-EN 60652:2004 | Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas. |
| UNE-EN 61284:1999 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes. |
| UNE-EN ISO 1461:1999 | Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. |

**APARAMENTA:**

| | |
|---|---|
| UNE 21120-2:1998 | Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión. |
| UNE-EN 60265-1:1999 | Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. |
| UNE-EN 60265-1 CORR:2005 | Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. |
| UNE-EN 60265-2:1994 | Interruptores de alta tensión. Parte 2: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV |
| UNE-EN 60265-2/A1:1997 | Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60265-2/A2:1999 | Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV. |
| UNE-EN 602821:2007 | Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente |
| UNE-EN 62271-100:2003 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión. |
| UNE-EN 62271-100/A1:2004 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión. |
| UNE-EN 62271-100/A2:2007 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión. |
| UNE-EN 62271-102:2005 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |

**AISLADORES:**

| | |
|---|---|
| UNE 21009:1989 | Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores |
| UNE 21128:1980 | Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores. |
| UNE 21128/1 M:2000 | Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores. |
| UNE 21909:1995 | Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE 21909/1M:1998 | Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE 207002:1999 IN | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en |

| | |
|---|---|
| | corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas. |
| UNE-EN 60305:1998 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago. |
| UNE-EN 60372:2004 | Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos. |
| UNE-EN 60383-1:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60383-1/A11:2000 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60383-2:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60433:1999 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón |
| UNE-EN 61211:2005 | Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire. |
| UNE-EN 61325:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 61466-1:1998 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados. |
| UNE-EN 61466-2:1999 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas |
| UNE-EN 61466-2/A1:2003 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas. |
| UNE-EN 62217:2007 | Aisladores poliméricos para uso interior y exterior con una tensión nominal superior a 1000 V. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |

**PARARRAYOS:**

| | |
|---|---|
| UNE 21087-3:1995 | Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos. |
| UNE-EN 60099-1:1996 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-1/A1:2001 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4/A1:2007 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-5:2000 | Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. |
| UNE-EN 60099-5/A1:2001 | Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización |

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento de la ITC-RAT 02.

**GENERALES:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60060-1:2012 | Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo. |
| UNE-EN 60060-2:2012 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida. |
| UNE-EN 60071-1:2006 | Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas. |
| UNE-EN 60071-1/A1:2010 | Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas. |
| UNE-EN 60071-2:1999 | Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación. |
| UNE-EN 60027-1:2009 | Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009 | Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60027-4:2011 | Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas. |
| UNE-EN 60617-2:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general. |
| UNE-EN 60617-3:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión. |
| UNE-EN 60617-6:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica. |
| UNE-EN 60617-7:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60617-8:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización. |
| UNE 207020:2012 IN | Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión. |

**AISLADORES Y PASATAPAS:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60168:1997 | Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V. |
| UNE-EN 60168/A1:1999 | Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV. |
| UNE-EN 60168/A2:2001 | Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV. |
| UNE 21110-2:1996 | Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V. |
| UNE 21110-2 ERRATUM:1997 | Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V. |
| UNE-EN 60137:2011 | Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V. |
| UNE-EN 60507:1995 | Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna. |

**APARAMENTA:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-1:2009 | Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes. |
| UNE-EN 62271-1/A1:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60439-5:2007 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016). |
| UNE-EN 61439-5:2011 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública. |

**SECCIONADORES:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-102:2005 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-102:2005<br>ERR:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |

**INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60265-1:1999 | Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. |
| UNE-EN 60265-1 CORR:2005 | Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.<br>(Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014). |
| UNE-EN 62271-103:2012 | Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-104:2010 | Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV. |
| UNE-EN 60470:2001 | Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores.<br>(Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014). |
| UNE-EN 62271-106:2012 | Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-100:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. |

**APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-200:2005 | Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014). |
| UNE-EN 62271-200:2012 | Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. |
| UNE-EN 62271-201:2007 | Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. |
| UNE-EN 62271-203:2005 | Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014). |
| UNE-EN 62271-203:2013 | Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. |
| UNE 20324:1993 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |

| | |
|---|---|
| UNE 20324 ERRATUM:2004 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324/1M:2000 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 50102:1996 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/A1:1999 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |

**TRANSFORMADORES DE POTENCIA:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60076-1:1998 | Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60076-1/A1:2001 | Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60076-1/A12:2002 | Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014). |
| UNE-EN 60076-1:2013 | Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60076-2:2013 | Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido. |
| UNE-EN 60076-3:2002 | Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006 | Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire. |
| UNE-EN 60076-5:2008 | Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos. |
| UNE-EN 60076-11:2005 | Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco. |
| UNE-EN 50464-1:2010 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE 21428-1:2011 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional. |
| UNE 21428-1-1:2011 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión. |
| UNE 21428-1-2:2011 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión. |
| UNE-EN 50464-2-1:2010 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales. |
| UNE-EN 50464-2-2:2010 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 |

| | |
|---|---|
| | kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1. |
| UNE-EN 50464-2-3:2010 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1. |
| UNE-EN 50464-3:2010 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales. |
| UNE-EN 50541-1:2012 | Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 21538-1:2013 | Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional. |
| UNE 21538-3:1997 | Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales. |

**CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-202:2007 | Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión. |
| UNE EN 50532:2011 | Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS). |

**TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 50482:2009 | Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV. |
| UNE-EN 60044-1:2000 | Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. |
| UNE-EN 60044-1/A1:2001 | Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. |
| UNE-EN 60044-1/A2:2004 | Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015). |
| UNE-EN 61869-1:2010 | Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 61869-2:2013 | Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad. |
| UNE-EN 60044-5:2005 | Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014). |
| UNE-EN 61869-5:2012 | Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos. |
| UNE-EN 60044-2:1999 | Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. |
| UNE-EN 60044-2/A1:2001 | Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. |
| UNE-EN 60044-2/A2:2004 | Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014). |
| UNE-EN 61869-3:2012 | Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos. |
| UNE-EN 60044-3:2004 | Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados. |

**PARARRAYOS:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60099-1:1996 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-1/A1:2001 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |

**FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN:**

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60282-1:2011 | Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente. |
| UNE 21120-2:1998 | Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión. |

**CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES:**

| | |
|---|---|
| UNE 211605:2013 | Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables. |
| UNE-EN 60332-1-2:2005 | Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW. |
| UNE-EN 60228:2005 | Conductores de cables aislados. |
| UNE 211002:2012 | Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento |

| | |
|---|---|
| | termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas. |
| UNE 21027-9:2007/1C:2009 | Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio. |
| UNE 211006:2010 | Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna. |
| UNE 211620:2012 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. |
| UNE 211027:2013 | Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV). |
| UNE 211028:2013 | Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV). |

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Normas UNE/IEC y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
    - Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
    - UNE-EN 12464-2 Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo exteriores.
    - UNE-EN 13201 Iluminación de carreteras.

**Estructuras de acero y hormigón:**

Los equipos e instalaciones objeto del presente documento estarán de acuerdo con la normativa y la reglamentación indicada en este apartado, así como con cualquier otra nacional o internacional que sea de aplicación.

En general, se seguirán los criterios de la normativa vigente en el CTE (Código Técnico de la Edificación), el Eurocódigo, que puedan resultar de aplicación durante el desarrollo del

proyecto, además de la normativa Autonómica de la Junta de Andalucía, implementada en las instrucciones técnicas complementarias desde la 01 a la 11.

En concreto, para el diseño de cimentación, debe apoyarse en la NCSE-02.

Se podrán complementar para diseño, fabricación y elección de materiales del seguidor las siguientes normas ASTM y las condiciones exigidas en la UNE-EN 1090-2: "Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero", si no entra en contradicción con ninguna norma o ley de ámbito nacional:

- A36 "Standard Specification for Carbon Structural Steel".
- A53 "Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless".
- A123 "Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products".
- A500 "Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes".
- A513 "Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing".

Los cálculos estructurales se podrán complementar con el "International Building Code" (IBC) y la normativa ASCE 7-10 ("Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures") si no entra en contradicción con ninguna norma o ley de ámbito nacional.

**Ruido:**

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2003, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de proporcionar una base para el desarrollo de medidas comunitarias sobre el ruido ambiental emitido por las fuentes consideradas, es decir, las infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, así como el ruido industrial.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

**Seguridad y salud:**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre; BOE de 10 de noviembre/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales en materia de coordinación de actividades preventivas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. BOE 250; 19.10.06
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por lo que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9/3/71) (B.O.E. 11/3/71).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.

- Real Decreto 1561/1995 de 21 de septiembre (B.O.E. de 26 de septiembre de 1995), sobre jornadas especiales de trabajo.
- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.
- Real Decreto 1579/2008 de 26 de septiembre (B.O.E. de 04 de octubre de 2008), por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, y se regulan determinados aspectos de las condiciones de trabajo de los trabajadores móviles que realizan servicios de interoperabilidad transfronteriza en el sector del transporte ferroviario.

# 8. Memoria eléctrica

## 8.1 Descripción general de la instalación

En el presente apartado se exponen los parámetros de diseño del presente proyecto y las características detalladas de los elementos a instalar.

*Tabla 2. Parámetros básicos de diseño del sistema*

| Parámetros básicos del diseño del sistema | Magnitud |
|---|---|
| Potencia instalada (inversores) | 5 MW |
| Capacidad de almacenamiento de energía | 20 MWh |
| Capacidad de almacenamiento equivalente | 4 h |
| Años de vida útil del sistema de almacenamiento | 35 años |

El sistema de almacenamiento con baterías **BESS** (*Battery Management Storage System*) es una envolvente que tiene capacidad de almacenamiento de energía eléctrica para su uso posterior durante un determinado periodo de tiempo. En este caso, se almacena la energía para poderla entregar durante picos de demanda y según necesidad, y poder hacer la venta de los excedentes. Es un sistema altamente empleado y muy avanzado tecnológicamente, motivo por el cual nos permite asegurar su eficiencia óptima y seguridad ante posibles negligencias.

Así mismo, el sistema BESS estará compuesto por los siguientes subsistemas:

- Sistema de baterías (BS)
- Sistemas de servicios auxiliares (AASS)
- Convertidores DC/DC
- Estación de potencia Full Skid:

- Sistema de conversión de potencia (PCS)
- Transformador AC

- Sistema de control central (EMS + CTR)

A continuación, se muestra un esquema de la distribución de los equipos que forman parte del sistema de almacenamiento:

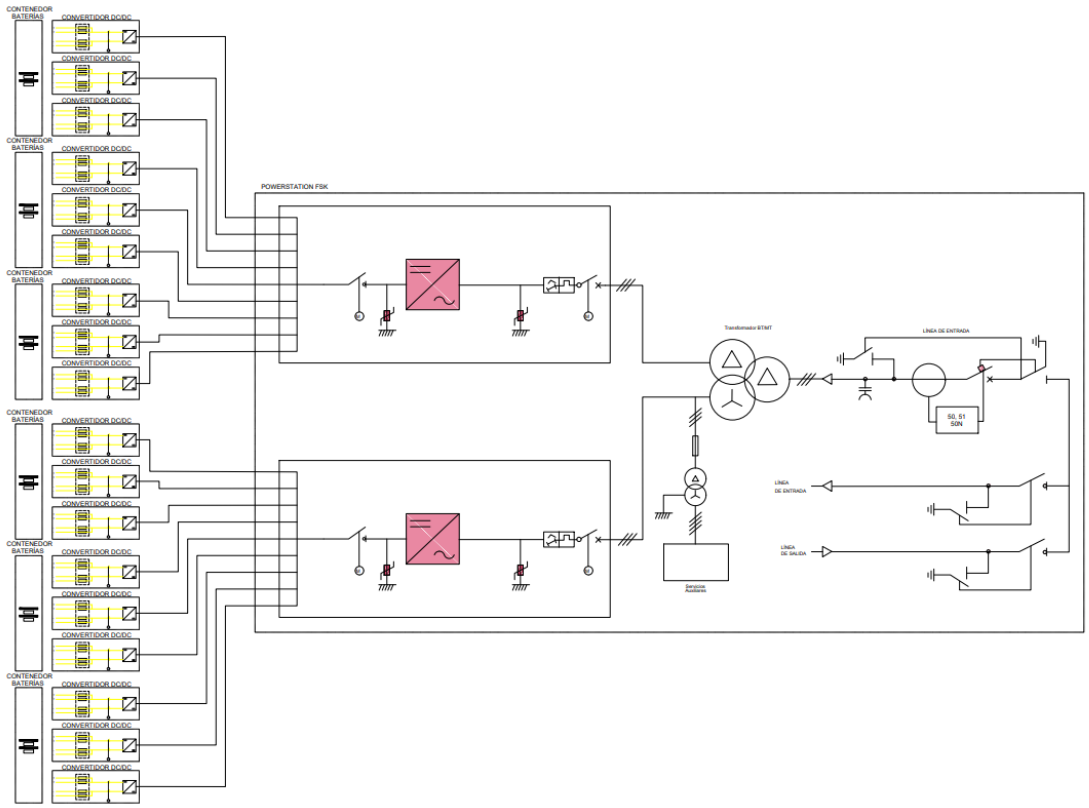



*Figura 4. Esquema unifilar del sistema de almacenamiento con baterías de ion litio*

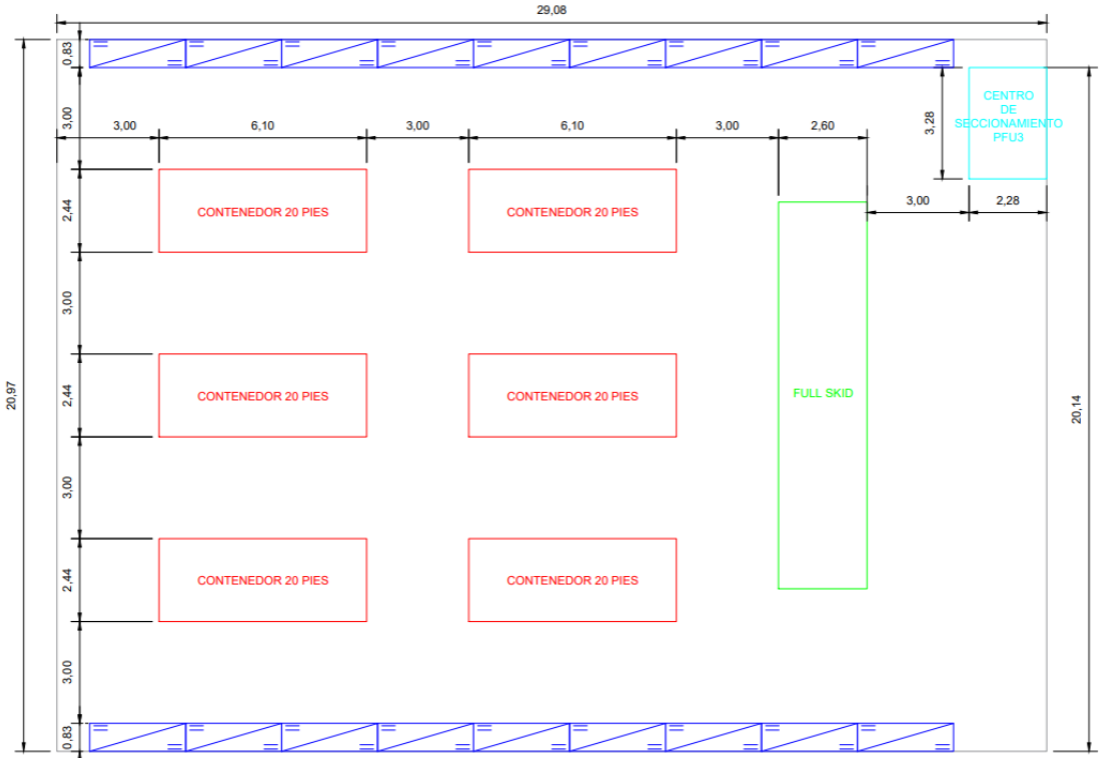



*Figura 5. Layout de distribución en planta del sistema BESS*

El sistema BESS cuenta con una serie de prestaciones técnicas que se indican y se desarrollan a continuación:

- Se dispone de un sistema **BLACK START** usado para restablecer el sistema BESS en caso de apagón en el suministro de energía eléctrica. Estos inversores pueden recuperarse de un corte de red y generar una red aislada hasta que se recupere la red principal. De este modo, se genera una continuidad y disponibilidad de corriente eléctrica y no repercutir en su producción y en la seguridad general. Asimismo, el sistema Black Start cuenta con un equipamiento de emulación de inercia capaz de almacenar y liberar energía en un tiempo muy corto y con una respuesta rápida y estable. Esto, también ayuda a evitar fluctuaciones rápidas en el suministro de corriente eléctrica.

- Se dispone de un sistema de **regulación primaria rápida** para inyectar o absorber potencia reactiva cuando se puedan presentar desviaciones en la frecuencia de la red eléctrica.

- El equipo dispone de la capacidad de un buen **amortiguamiento de oscilaciones POD-P y POD-Q** que ayuda a mitigar las variaciones del suministro de energía y mantener la salida de energía constante y estable. Estos factores son posibles gracias a diferentes mecanismos internos.

- **Sistema de gestión de rampas** referido a un conjunto de algoritmos que se usan para regular las variables de carga y descarga de la batería. Es un sistema de monitorización de la demanda y de la generación de energía, del estado de carga de la batería y ajusta automáticamente estas variables gradualmente para evitar cambios rápidos y bruscos en la potencia entregada.
- **Sistema de respuesta ante contingencias de la red** de transporte con el fin de seguir consignas de potencia ante contingencias de la red de transporte a tiempo real a través del sistema de Planta de Control de Potencia (PPC).

### 8.1.1 Sistema de baterías (BS)

El sistema de baterías está formado por 2 electrodos; un ánodo y un cátodo que almacena electroquímicamente energía con el objetivo principal de distribuir energía en la red.

El sistema está conformado por baterías de **LFP** (aleación de litio, hierro y fosfato) que permite la entrega de energía máxima durante largos periodos de tiempo, sin intermitencias ni fluctuaciones. Todas las baterías de la BESS están interconectadas entre ellas en módulos para proporcionar una capacidad de almacenamiento mayor. Las baterías LFP están formadas por un conjunto de cristales de carbono y partículas de litio que forman el ánodo y éste se sumerge en un electrolito donde se genera la carga eléctrica de las partículas que ayuda a desplazarlas al cátodo.

Las baterías se cargan a través de la red de distribución con la conversión de corriente alterna a corriente continua generada por dos inversores bidireccionales que conforman la instalación.

Una vez obtenida la cantidad de energía necesaria y es almacenada, se descarga a la red durante los periodos pico donde se visualiza un encarecimiento del precio de energía eléctrica. La capacidad de almacenamiento de la batería es de vital importancia para llevar a cabo este proyecto. Ha sido altamente analizada porque de este parámetro depende la fiabilidad, el tiempo de respuesta de la demanda y la estabilidad del suministro eléctrico.

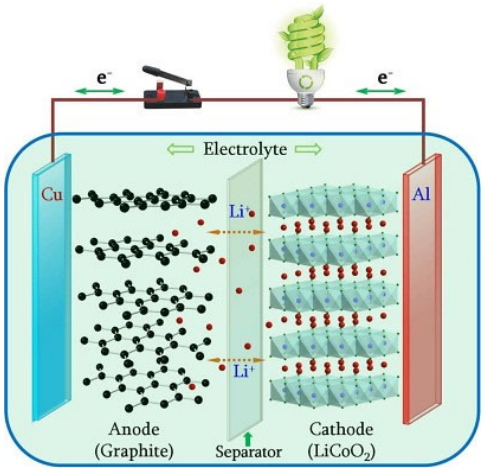



*Figura 6. Representación de batería LFP*

Celda, módulo y rack de baterías

La unidad más pequeña e indivisible de una batería se denomina celda, dentro de la cual se producen las reacciones químicas. Las celdas se conectan mediante configuraciones eléctricas en serie-paralelo dentro de módulos para alcanzar un nivel de tensión y energía determinada. Dichos módulos cuentan con sensores de tensión, corriente y temperatura para monitorizar el estado de las celdas. Los módulos, a su vez, se conectan en serie dentro de armarios denominados comúnmente racks de baterías hasta alcanzar el nivel de tensión y corriente continua del sistema deseado a nivel de diseño.

Las siguientes ilustraciones muestran las tres unidades de batería según el nivel de integración: celda, módulo y rack de baterías.

*Figura 7. Celda, módulo y Racks de baterías*

Explicada la composición de un **rack** de baterías, estos se pueden entender como la unidad básica de un sistema de baterías y están diseñados para ofrecer una protección segura y eficiente a las baterías.

Los **racks** de baterías contienen un módulo adicional de control y protección y están compuestos por materiales resistentes al fuego y a la corrosión.

Además, la estructura o envolvente de los racks de baterías pueden ser de:

- Interior: Estructura Metálica. El sistema de refrigeración suele estar a cargo del integrador del sistema. Normalmente refrigeración por aire, aunque está empezando a ser habitual refrigeración líquida, como es el caso de este Proyecto. En caso de refrigeración por aire, el proveedor de la batería solo los suministra con ventiladores de alta potencia.
- Exterior: Estructura Metálica normalmente con IP65. Refrigeración forzada por aire.

Una vez explicada en detalle la composición de un sistema de baterías, se indican las principales características. Para este Proyecto, se han seleccionado baterías de Ion-Litio de tecnología **LFP,** pudiendo, incluso, llegar a usar baterías de segunda vida con características similares a las descritas anteriormente, en caso de que las condiciones del mercado y los avances sobre esta tecnología lo permitan. A continuación, se muestran las características de los racks de baterías:

*Tabla 3. Características de la celda, módulo y rack de Baterías seleccionado*

| **Características técnicas de celda, módulo y rack de baterías** | | |
|---|---|---|
| Tecnología | - | ION LITIO (LFP) |
| N.º Celdas por módulo | Cant. | 52 |
| N.º Módulos por rack | Cant. | 8 |
| **N.º Módulos totales** | **Cant.** | **480** |
| Capacidad del módulo | Ah | 280 |
| Tensión nominal del módulo | V | 166,4 |
| **N.º Racks** | **Cant.** | **60** |
| Rango de tensión del rack-%Vn | % | 90 |
| Rango de tensión del rack +%Vn | % | 110 |
| **Tensión nominal del rack** | **V** | **1.331,2** |
| Tensión mínima del rack | V | 1.164,8 |
| Tensión máxima del rack | V | 1.497,6 |
| Energía por rack | MWh | 0,373 |
| **Energía nominal total instalada** | **MWh** | **22,36** |

Cada rack de baterías contiene 8 módulos y 1 caja de control, que integra una Unidad de Base de Carga (BCU), seccionador, contactores, resistencia de precarga, fusibles, sensores de corriente y fuente de alimentación conmutada.

Los racks de baterías, dependiendo de la tecnología y fabricante empleado, pueden instalarse al exterior o alojados en contenedores o edificios. En este Proyecto, el sistema de baterías se integrará en contenedores, muy parecido a los marítimos, como se describen a continuación.

Contenedores de baterías

El sistema BESS está protegido por un contenedor que tiene función de envolvente. Estos contenedores son unidades más grandes que pueden contener varios racks de baterías, proporcionando una capa adicional de protección para las baterías, ya que están diseñados para resistir las condiciones ambientales extremas. Además, para cumplir con los estándares de seguridad, los contenedores de racks suelen estar equipados con:

- Recubrimiento con pulverización de agua.
- Sensores de control de incendios.
- Sistemas de ventilación / climatización.

- Sistema anti-fugas.
- Sistema con gases para la contención de una posible combustión química.

A continuación, se muestra una la estructura de un contenedor con los racks de baterías y los equipos de control de seguridad:

*Figura 8. Características del Contenedor de Baterías seleccionado*

*Tabla 4. Características del contenedor de Baterías seleccionado*

| **Características técnicas del contenedor de baterías** | | |
|---|---|---|
| Tipo | - | 20 pies |
| N.º Racks por contenedor | Cant. | 10 |
| **N.º Contenedores totales** | **Cant.** | **6** |
| Energía por container | MWh | 3,727 |
| Energía nominal total instalada | MWh | 22,36 |
| Grado de Protección | - | IP54 |
| Sistema de Refrigeración | - | Refrigeración líquida |
| Capacidad de refrigeración | kW | 40 |
| Dimensiones (W*D*H) | mm | 12.879 * 2.896 * 2.438 |

### 8.1.2 Sistema de servicios auxiliares (SSAA)

El sistema de servicios auxiliares es el conjunto de sistemas encargado de mantener la seguridad y el rendimiento del sistema de baterías. Dichos sistemas irán en el interior del contenedor alimentados de forma externa para cubrir las cargas auxiliares de los contenedores BESS.

Las cargas auxiliares del centro de seccionamiento y la cabina de control serán alimentadas también a través de forma externa.

El sistema de servicios auxiliares se compone de los siguientes elementos:

- **Sistema de climatización / refrigeración:** Sistema para mantener la temperatura de la batería dentro del rango requerido por el proveedor de la batería para cumplir con la garantía en términos de rendimiento y seguridad. En este caso la solución contenerizada presentada dispone de un sistema de refrigeración líquida.
- **Protección contra Incendios (PCI):** Es un sistema de detección y extinción de incendios en el entorno del sistema de baterías. Los fabricantes recomiendan varios agentes extintores como pueden ser C02, FM200, agua, etc. Además, como es recomendable, el sistema llevará instalados detectores de gases para evitar el fenómeno de "embalamiento" térmico que se produce en las baterías en caso de situaciones no deseadas.
- **Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI):** Es un sistema de respaldo para abastecer las cargas esenciales del sistema de baterías en caso de ausencia de red o para realizar un apagado seguro. Normalmente alimentará al sistema de control, es decir a todas las tarjetas BMS y en caso de disponer de ellos, al sistema de refrigeración interna de los racks de baterías, esto es, los ventiladores de los racks.
- **Sistema de Gestión de baterías (BMS):** Es un sistema multinivel que recopila, procesa y almacena información importante durante el funcionamiento del paquete de baterías en tiempo real e intercambia la información con el equipo externo para brindar alarma y protección en tiempo real durante el funcionamiento del paquete de baterías. Para una arquitectura de tres niveles, el sistema BMS se compone de BMU a nivel de módulo, BCMU a nivel de bastidor y BAMS a nivel de banco.
    - Módulos unidad de gestión de la batería BMU: Permite monitorear y controlar el estado de carga y poder conocer rápidamente la cantidad de energía disponible. Además, los módulos otorgan una seguridad en el sistema porque ofrece una protección adecuada ante sobrecargas y descargas y un correcto diagnóstico de gallos detectando prematuramente los posibles problemas en los circuitos internos.
    - Sistema de control de gestión de la batería del rack RBMS: Permite detectar el voltaje total, la corriente, la temperatura y el estado de carga de las baterías mediante el uso de sensores y dispositivos de medición.
    - Sistema de gestión a nivel de sistema SBMS: Es un sistema que funciona similar a los módulos BMU ya que permite monitorear y controlar el funcionamiento con hardware y software específico con el fin principal de maximizar el rendimiento sin afectar la seguridad del sistema.

El diagrama general de control y comunicación se muestra a continuación:

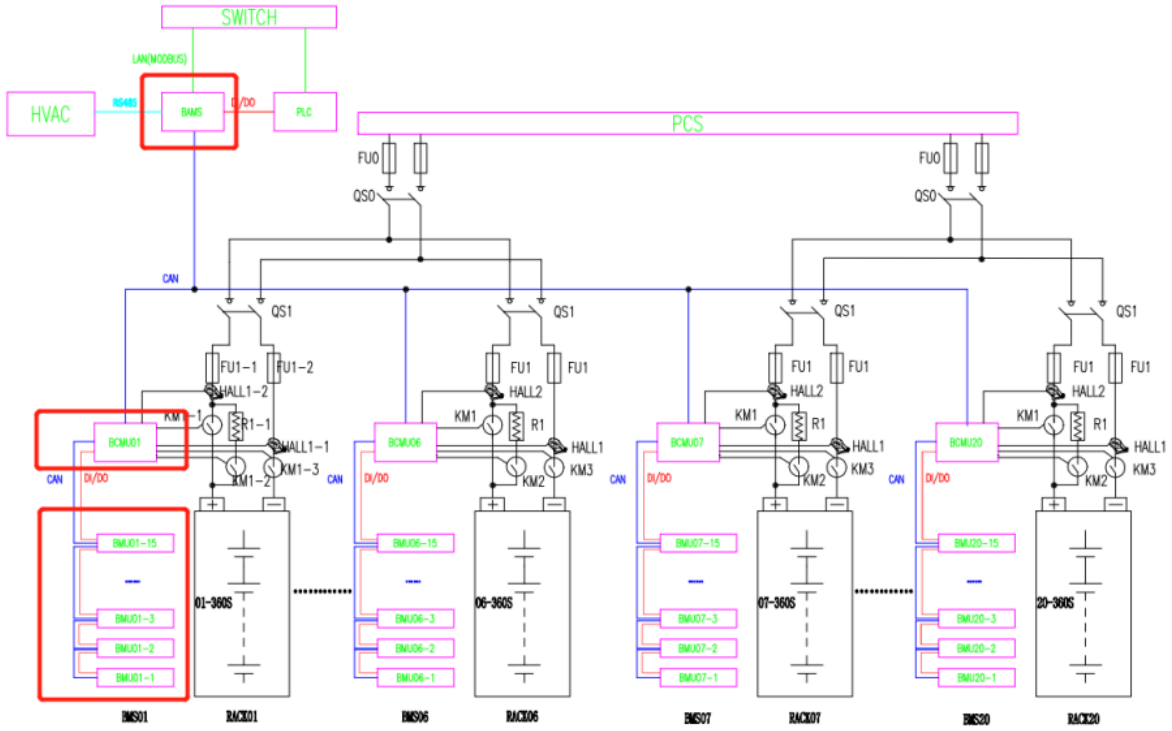



*Figura 9. Diagrama de comunicación del sistema BMS*

### 8.1.3 Convertidor DC/DC

Un convertidor DC/DC se utiliza para facilitar la integración de sistemas eléctricos que operan a distintos niveles de tensión, garantizando un flujo de energía adecuado y suficiente entre la fuente de energía (baterías) y el dispositivo de inversión (inversor). A continuación, se describen las funciones de dicho dispositivo:

- Adaptar la tensión: Si las baterías suministran una tensión que no es la adecuada para el inversor, el convertidor DC/DC puede aumentar o disminuir la tensión para que coincida con los requisitos del inversor.
- Eficiencia energética: Puede ayudar a mejorar la eficiencia energética al optimizar la tensión entregada por las baterías al inversor, evitando pérdidas de energía innecesaria.
- Estabilización de la tensión: En algunos casos, el convertidor DC/DC también puede proporcionar estabilidad en la tensión subministrada al inversor, lo que es útil para mantener una salida de energía constante y de calidad.

En el presente proyecto, este convertidor DC/DC estará conectado al sistema de baterías BESS y al Inversor PCS situado en el Full Skid. A continuación, se muestra una imagen del equipo y se describen las características técnicas de estos equipos:

*Figura 10. Convertidor DC/DC*

*Tabla 5. Características del convertidor DC/DC seleccionado*

| Características técnicas del convertidor DC/DC | | |
|---|---|---|
| N.º Convertidores DC/DC | Cant. | 18 |
| N.º Convertidores por PCS | Cant. | 9 |
| Potencia aparente de los inversores | kVA | 3,825 |
| Sistema de protección | - | IP65 |
| Tensión nominal de la batería DC | V | 1.164,60 |

### 8.1.4 Estación de potencia Full Skid

La Estación de Potencia (EP) recibirá el nombre de Full Skid. Está compuesta por los PCS y la estación transformadora, encargada de elevar la tensión de salida de los PCS para su evacuación a través de la línea en Media Tensión hasta el punto de conexión.

La EP integra todos los componentes necesarios para convertir la corriente continua en corriente alterna a través de los inversores y, posteriormente, elevar la tensión para su conexionado a la red de distribución mediante un transformador. Es un conjunto compacto que además contará también con un cuadro y un transformador destinado a Servicios Auxiliares (SSAA), además de una UPS. A continuación, se muestra una imagen de la EP, así como de su esquema unifilar.

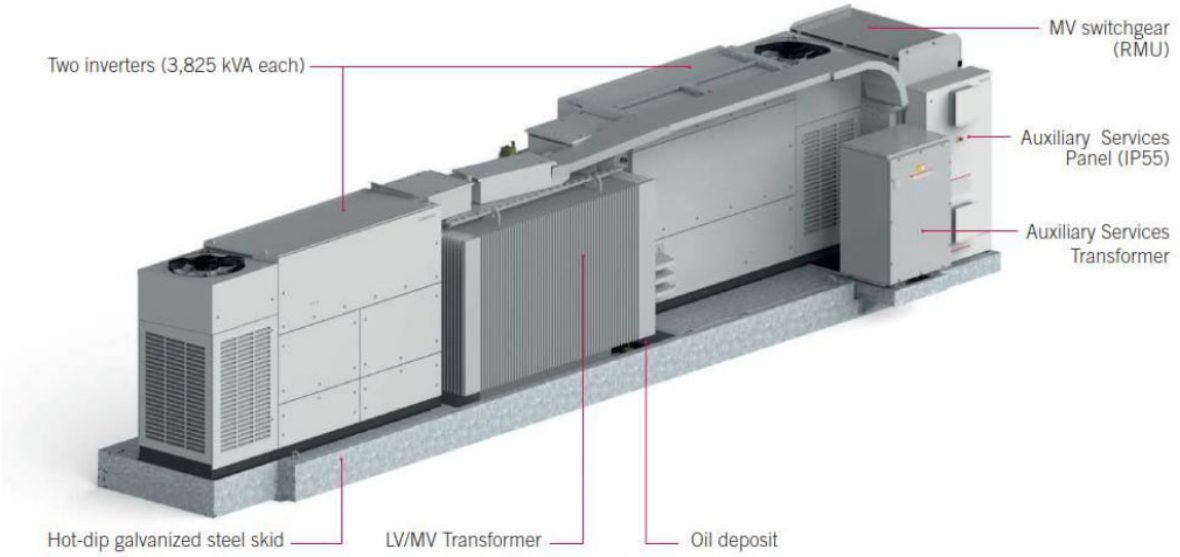



*Figura 11. Estación de potencia Full skid*

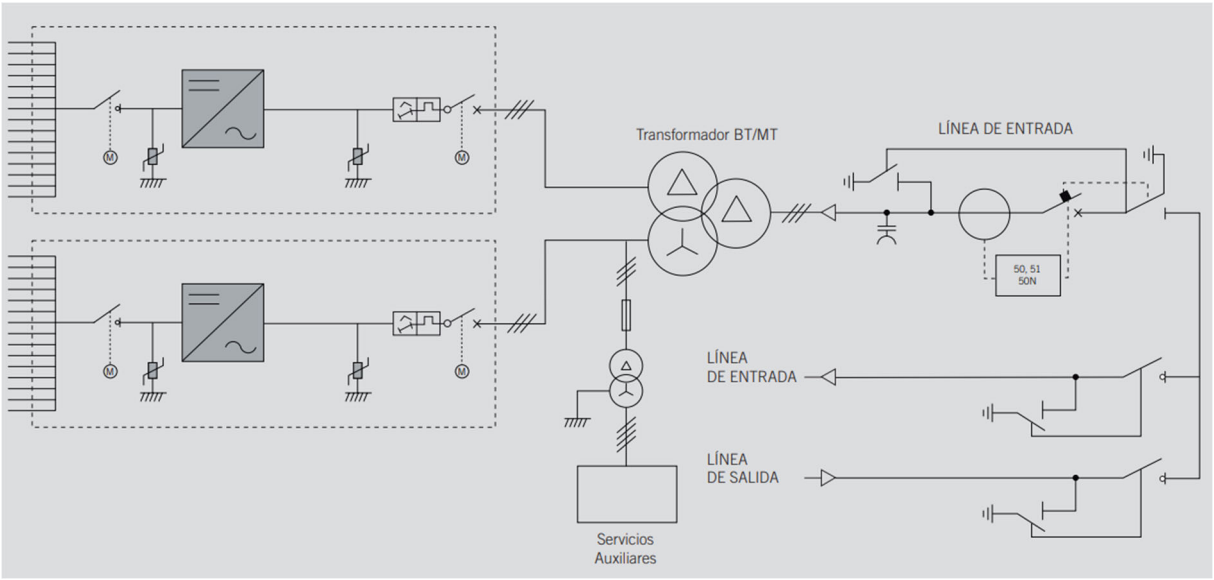



*Figura 12. Esquema unifilar de la Estación de potencia Full Skid*

### 8.1.4.1 Sistema de conversión de potencia (PCS)

Esta clasificación pertenece al inversor o al sistema de conversión de energía **PCS** (Power Converter System). Se encarga de convertir la corriente continua producida por las baterías en corriente eléctrica alterna para suministrar la corriente resultante a las instalaciones y también, poder cargar y descargar las baterías.

El inversor PCS es coordinado por el sistema de gestión de Energía EMS, recibiendo consignas de potencia activa y reactiva del mismo y controlando la corriente y tensión del bus de corriente continua para realizar las operaciones de carga y descarga.

Se propone un **PCS** de características similares de configuración independiente compuesto por dos etapas de conversión, las cuales disponen de dos entradas de CC cada una de ellas. Ambas etapas de irán acopladas y sincronizadas a una única salida en CA. De modo que dicha energía pueda ser inyectada a la red eléctrica en el momento óptimo.

Las ventajas que nos ofrece esta configuración independiente son las siguientes:

- Proporciona una capacidad máxima a la red y disponibilidad en picos de demanda eléctrica.
- Permite cambiar los periodos de menor actividad a los periodos de máxima actividad.
- Permite poner en funcionamiento los servicios auxiliares.

A continuación, se muestran las características de los **PCS** seleccionados en la siguiente tabla:

*Tabla 6. Características del PCS tanto en CA y DC*

| **PCS (inversores AC/DC)** | | |
|---|---|---|
| N.º Equipos PCS totales | Cant. | 2 |
| Eficiencia máxima | % | 98,9 |
| **Características DC del PCS (potencia por inversión para cumplir con los requisitos BESS)** | | |
| Rango de tensión | V | 853 – 1.300 |
| Tensión máxima | V | 1.500 |
| N.º entradas en DC con portafusibles | Cant. | 24 |
| Máxima corriente de entrada ($I_{dc}$) | A | 3.850 |
| Temperatura de diseño | ºC | 40 |
| **Características AC del PCS (potencia total en terminales del inversor AC)** | | |
| Potencia AC a 35ºC | kVA | 3.325,6 |
| Potencia AC a 50ºC | kVA | 2.857,9 |
| Corriente eléctrica a 35ºC | A | 3.200 |
| Corriente eléctrica a 50ºC | A | 2.750 |
| Tensión nominal alterna | V | 600 |
| Frecuencia | Hz | 50 |

#### 8.1.4.2 Transformadores AC

Un transformador es un dispositivo que se utiliza para aumentar o disminuir la tensión de la corriente alterna. En las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, los transformadores se utilizan para elevar o disminuir la tensión de corriente alterna según las necesidades. Al elevar la tensión en las subestaciones de generación, se reduce la pérdida de energía durante la transmisión a largas distancias. En el contexto de este Proyecto de almacenamiento de energía, el transformador se utiliza para ajustar la tensión de la corriente alterna antes de que se distribuya a la red eléctrica.

### 8.1.5 Sistema de control central (EMS + CTR)

La cabina de control central en un sistema de almacenamiento de energía es una parte esencial que supervisa y gestiona los equipos. En términos generales, la cabina de control central permite la coordinación y gestión eficiente de los trabajos programados. Esto asegura que el sistema funcione de manera eficiente y segura, cargando las baterías en los momentos valle de demanda en los que el precio de la energía es más barato y descargando la energía almacenada en los momentos pico de demanda en los que encarece el precio de la energía.

Además, la cabina de control central también juega un papel crucial para ofrecer servicios de apoyo a la red. Esto implica que la energía eléctrica debe generarse en todo momento de acuerdo con la demanda, manteniendo los valores nominales de red. Además, este control juega un papel crucial en las energías renovables, ya que requieren el apoyo de los sistemas de almacenamiento para su integración en el sistema. La cabina de control central ayuda a gestionar estos aspectos, asegurando que la energía se inyecte o extraiga de la red en el momento óptimo para maximizar la eficiencia y minimizar los costos.

El sistema de control central se estructura en dos componentes principales: el Sistema de Gestión de Energía (EMS) y el Controlador en Tiempo Real (RTC).

- Sistema de Gestión de Energía (EMS)

El EMS se desarrolla generalmente en un PC industrial. Su objetivo es maximizar la meta del cliente. Por ejemplo, puede buscar maximizar la generación de energía de un sistema fotovoltaico más un sistema de almacenamiento de energía (PV+ESS), o maximizar los beneficios basándose en reglas económicas y precios de mercado. Dependiendo de la complejidad, el EMS también puede desarrollarse en un Controlador Lógico Programable (PLC).

- Controlador en Tiempo Real (RTC)

Por otro lado, el RTC se desarrolla generalmente en un PLC industrial. Su objetivo es proporcionar la referencia de potencia activa del EMS. Esto se logra maximizando la eficiencia del Sistema de Almacenamiento de Energía a Batería (BESS) y maximizando la disponibilidad del BESS. Además, el RTC también se encarga del desarrollo de servicios auxiliares.

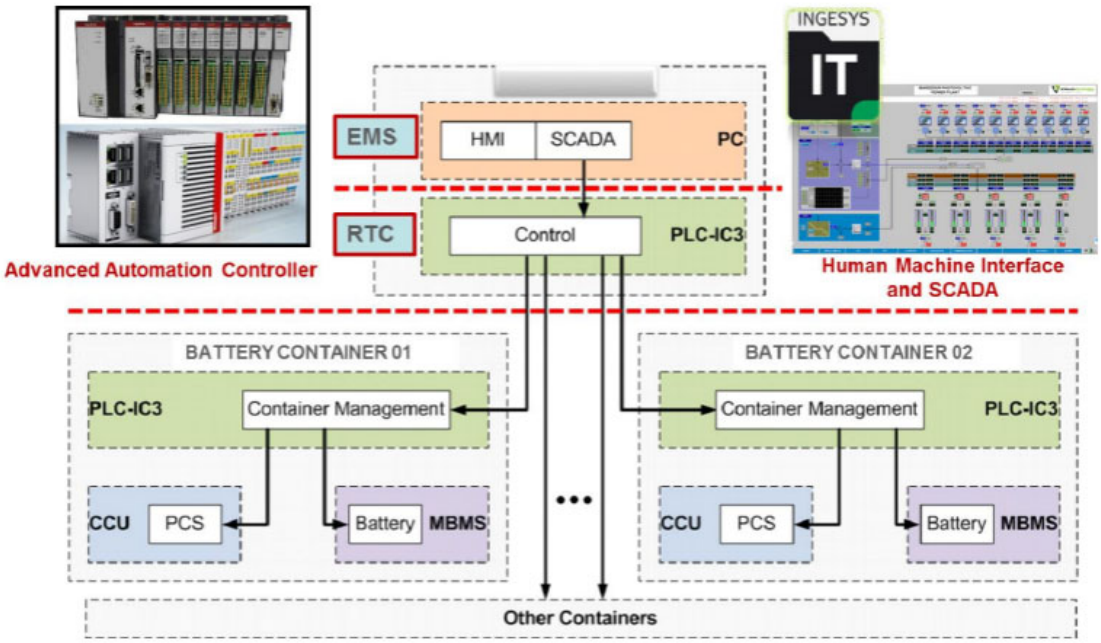



*Figura 13. Esquema del sistema de control central.*

Estos sistemas de control se comunican directamente con otros sistemas integrados:

- Interfaz Humano – Máquina (HMI) y sistema SCADA:

Permite a los operadores interactuar con el sistema, proporcionando una interfaz gráfica para visualizar y controlar el estado del sistema de almacenamiento.

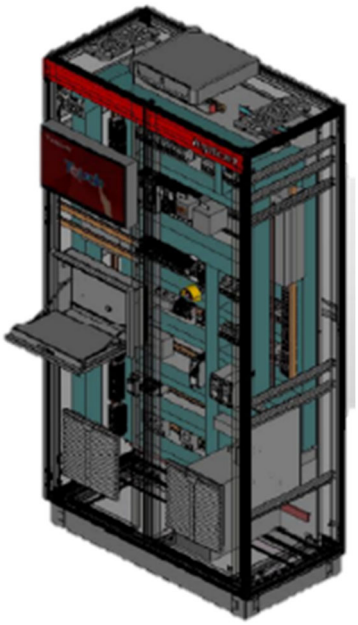


*Figura 14. Equipo HMI del sistema de control central.*

- Controlador de planta de energía (PPC)

Finalmente, para establecer la consigna de potencia en el punto de conexión, la instalación cuenta con un equipo de control denominado Power Plant Controller (PPC), mediante el cual se monitorizan los equipos asegurando su correcto funcionamiento y la fijación de la consigna considerada. Este equipo tiene como consigna la capacidad de registro en el punto de conexión, estando conectado a diferentes equipos de medida en dicho punto y a los inversores asegurándose de que la potencia a exportar a la red no sobrepase la potencia máxima establecida por el operador de red. En cualquier caso, los inversores tendrán limitada la potencia activa de forma que no sea posible superar los 4 MW en el punto de conexión.

Es importante indicar que el código de red indica los criterios bajo los cuales la instalación debe estar diseñada independientemente de la consiga de trabajo indicada por el operador de red en cada momento. En este caso la instalación trabajará normalmente con condiciones de diseño para entregar 4 MW en el punto de AyC con cosφ=1 independientemente de la posibilidad que tiene de producir 1,2 MVAr tanto en retraso como en adelanto en función de los requerimientos que indique el gestor de red en cada momento.

Se aporta la siguiente documentación como soporte para la acreditación de los parámetros incluidos en la memoria:

- *Oferta Narada*
- *Oferta Ingeteam*
- *Datasheet ISS 3Power C Series 1500V*
- *Carta de Funcionalidades del Inversor*
- *Advanced Grid Support Functionalities*
- *ISS 3Power C Series SCR*
- *Amortiguamiento de Oscilaciones*
- *Ingeteam BESS Control*
- *BESS Cowes 8.5 MW - 4.72 MWh*
- *BESS Whitelee 50 MW - 50 MWh*
- *Certificado de Conformidad 1*
- *Certificado de Conformidad 2*

#### 8.1.5.1 Potencia reactiva – Cumplimiento código de red España

8.1.5.1.1 Justificación de la potencia nominal de inversores. (Se utilizará un PPC para controlar la potencia de salida de los inversores).

La instalación TELEIRO LOS BARRIOS cuenta con una capacidad de evacuación de 4 MW en barras de 20 kV.

La potencia reactiva a suministrar tanto en adelanto o en retraso se calcula como el 30% de la potencia máxima a evacuar en el punto de conexión.

Según el código de red la instalación debe estar dimensionada para poder suministrar una potencia activa de **P** = 3,53 MW y una potencia reactiva de **Q** = 1,06 MVAr independientemente de la consigna de funcionamiento indicada por el operador de red.

Para poder cumplir con dichos valores en el punto de conexión, es necesario que los inversores sean capaces de suministrar toda esa potencia y, a su vez, compensar todas las pérdidas de potencia de la instalación.

Las principales pérdidas se dan en el cableado eléctrico mediante pérdidas de potencia activa, como en el transformador BT/MT conectado a la salida del inversor, así como en la línea de interconexión entre los contenedores y la subestación de entrega.

Para poder cuantificar dichas pérdidas de la instalación, se consideran las siguientes asunciones y datos técnicos de los equipos eléctricos de la instalación y se han calculado las pérdidas de potencia en la planta y la potencia necesaria a inyectar en bornes de los inversores, obteniendo los siguientes valores:

| Tipología de pérdidas del sistema | Porcentaje | Magnitud |
|---|---|---|
| Pérdidas de potencia activa totales | 3,00% | - |
| Pérdidas de potencia reactiva totales | 8,00% | - |
| Potencia activa en punto de AyC | 4,00 MW | - |
| Potencia reactiva en punto de AyC | 1,20 MVAr | - |
| Impedancia de transformadores BT/MT | 6,00% | - |
| Pérdidas de potencia activa de conexiones | 1,00% | 0,04 MW |
| Pérdidas de potencia reactiva de conexiones | 1,00% | 0,04 MVAr |
| Pérdidas de potencia activa en el transformador | 1,00% | 0,04 MW |
| Pérdidas de potencia reactiva en el transformador | 6% | 0,24 MVAr |
| Pérdidas de potencia activa en la línea MT | 1,00% | 0,04 MW |
| Pérdidas de potencia reactiva en la línea MT | 1,00% | 0,04 MVAr |
| **Potencia aparente en inversores** | **-** | **4,32 MVA** |

Según los resultados obtenidos la potencia aparente total de los inversores debe ser al menos 4,32 MVA.

Para este proyecto se ha elegido el modelo INGECON SUN STORAGE 3824TL C600 de Ingeteam. La potencia aparente en inversores es de 2 x 2.783,40 kVA @35ºC, cumpliendo con el requisito necesario.

El diseño de la planta se ha realizado de tal manera para cumplir con el código de red.

Finalmente, para establecer la consigna de potencia en el punto de conexión el parque Fotovoltaico cuenta con un equipo de control denominado Power Plant Controller (PPC), mediante el cual se monitorizan los equipos de la planta, asegurando su correcto funcionamiento y la fijación de la consigna considerada. **Este equipo tiene como consigna**

**la capacidad de registro en el punto de conexión, estando conectado a diferentes equipos de medida en dicho punto y a los inversores asegurándose de que la potencia a exportar a la red no sobrepase la potencia máxima establecida por el operador de red.**

Es importante indicar que el código de red indica los criterios bajo los cuales la instalación debe estar diseñada independientemente de la consiga de trabajo indicada por el operador de red en cada momento. En este caso la planta trabajará normalmente con condiciones de diseño para entregar 4 MW en el punto de conexión de la red de distribución con cosφ=1 independientemente de la posibilidad que tiene de producir 1,20 MVAr tanto en retraso como en adelanto en función de los requerimientos que indique el gestor de red en cada momento.

### 8.1.6 Conductores media tensión

Desde las barras de Media Tensión del Centro de Seccionamiento y Medida parten un circuito denominado antena.

| CONFIGURACIÓN CIRCUITOS HASTA CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA |
|---|
| PV STATION → Centro de Seccionamiento y Medida |

*Tabla 7: Configuración de los circuitos hasta la subestación elevadora.*

#### 8.1.6.1 PV Station

El circuito de evacuación de energía eléctrica en media tensión, que se denomina antena, se instalará directamente enterrado y se utilizará para conectar el Centro de Transformación-PV Station con el Centro de Seccionamiento y Medida de la planta. Los conductores de la antena serán de aluminio circulares compactos, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados, el aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) y de tensiones asignadas, $U_0/U$, 18/30kV.

El tipo de cable elegido es el RHZ1 de sección de 240 mm$^2$ según se calcula en los siguientes párrafos.

Las intensidades nominales de los cables estarán de acuerdo con la norma UNE 211435.

En este capítulo se justifican los cálculos de la línea de media tensión empleada para evacuar la energía generada en el campo solar desde el PV Station hasta el Centro de Seccionamiento y Medida ubicado en el interior de la instalación.

Como se comprobará finalmente, el criterio por el que se determina la sección de conductor es el de cortocircuito, obligando a que la sección del conductor sea como mínimo de 240 mm2.

El tipo de cable a utilizar en media tensión será cable de aluminio con aislamiento XLPE, que se instalará directamente enterrado y una tensión de aislamiento de 12/20 (24) kV.

A continuación, se define la corriente que aporta la estación de potencia:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- S = potencia aparente de 5.000 kVA

- U = tensión de la línea 20 kV

Se calcula:

$$I = 192{,}45\ A$$

La elección del cableado de media tensión se basa en tres criterios:

- Criterio térmico
- Caída de tensión
- Cortocircuito

Consideramos una sección mínima del cable de 240 mm$^2$. En los siguientes párrafos estudiaremos si la sección elegida cumple con los criterios mencionados anteriormente.

### 8.1.6.2 Criterio de cortocircuito

8.1.6.2.1 Cortocircuito fase – tierra (en pantalla)

La intensidad de defecto a tierra está limitada a 300 A, debido a la reactancia de puesta a tierra que se instala en la subestación. Se compara este valor con el que admite la pantalla del cable.

| Sección de pantalla mm² | Duración del cortocircuito, en segundos | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| 10 | 5300 | 3880 | 3250 | 2620 | 1990 | 1720 | 1560 | 1450 | 1370 |
| 16 | 8320 | 6080 | 5090 | 4110 | 3130 | 2700 | 2440 | 2270 | 2150 |
| 25 | 12700 | 9230 | 7700 | 6160 | 4630 | 3960 | 3560 | 3290 | 3100 |

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la Norma IEC 60949.

*Tabla 8: Intensidad de cortocircuito, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm (cables unipolares).*

Considerando que la duración del cortocircuito en subestación es de 1 segundo, la intensidad de cortocircuito para una pantalla de **16 mm$^2$** es 3.130 A según la tabla anterior, que es superior de la intensidad de defecto.

Icc adm pantalla = 3.130 A en 1s > I de defecto = 300 A

Vemos que la pantalla de 16 mm$^2$ es capaz de soportar holgadamente la intensidad de defecto.

8.1.6.2.2 Cortocircuito trifásico franco (sección cables)

En este apartado se comprueba que el cable de 240 mm$^2$ de sección correspondiente a los tramos desde la Estación de Potencia hasta el centro de seccionamiento y medida soporta el cortocircuito máximo previsto. Para ello recurrimos a la tabla 26 de la ITC-LAT 06 del RLAT en la que tenemos los valores máximos de densidad de corriente en A/mm$^2$.

| Tipo de aislamiento | Δθ* (K) | Duración del cortocircuito, $t_{cc}$, en segundos | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| PVC:<br>sección ≤ 300 mm²<br>sección > 300 mm² | <br>90<br>70 | <br>240<br>215 | <br>170<br>152 | <br>138<br>124 | <br>107<br>96 | <br>98<br>87 | <br>76<br>68 | <br>62<br>55 | <br>53<br>48 | <br>48<br>43 | <br>43<br>39 |
| XLPE, EPR y HEPR | 160 | 298 | 211 | 172 | 133 | 122 | 94 | 77 | 66 | 59 | 54 |
| HEPR Uo/U≤ 18/30 kV | 145 | 281 | 199 | 162 | 126 | 115 | 89 | 73 | 63 | 56 | 51 |

*Tabla: Densidad de corriente, en A/mm2, en función del tiempo de duración del cortocircuito para conductores de aluminio.*

Tomando el valor de la tabla anterior (122 A/mm2 para cables de aislamiento XLPE y dirección de cortocircuito de 0,6 seg.), se multiplica por la sección del conductor (240 mm$^2$) para calcular la intensidad máxima de cortocircuito que soporta el cable en el tiempo de disparo de las protecciones (0,6s).

Icc (240 mm$^2$ en Al) = 122 * 240 = 29,28 kA

Para comprobar si las secciones de conductores seleccionadas soportan el cortocircuito, compararemos la intensidad de cortocircuito Icc máxima que soportaría la línea. Teniendo en cuenta que el valor de la potencia máxima de cortocircuito de diseño proporcionada por la red de distribución es de 650 MVA, y con tensión nominal 20 kV, la intensidad de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$Icc = \frac{Scc}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- Icc = Intensidad de cortocircuito trifásico, en kA,
- Scc = Potencia de cortocircuito de la red de MT, en MVA
- U = tensión de la línea, 20 kV

La intensidad de cortocircuito en este punto será:

$$Icc = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Zcc} = 25{,}02\ kA$$

Teniendo en cuenta que es habitual que la duración del cortocircuito sea menor a 1 segundo:

25,02 kA < 29,28 kA

La intensidad de cortocircuito que puede soportar el cable de sección de 240 mm$^2$ elegido es superior a la intensidad de cortocircuito máximo que se determina según las condiciones de potencia de cortocircuito en el Punto de Conexión. Por tanto, se cumple el criterio de cortocircuito con el cable elegido para el caso de un cortocircuito franco,

### 8.1.6.3 Criterio térmico

La metodología del criterio impone aplicar los factores de corrección que indica la norma a los distintos tramos. Para nuestro proyecto tomaremos las intensidades máximas admisibles que nos muestra la tabla 6 de la ITC-LAT 06 y posteriormente le aplicaremos el factor de corrección por agrupamiento circuitos tomando como referencia la tabla 10 de la misma ITC:

| Sección nominal mm² | Tensión nominal (Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| | Conductores de Cu | | | | | |
| 10 | - | - | - | - | - | - |
| 16 | 115 | 105 | 100 | 91 | 98 | 90 |
| 25 | 155 | 140 | 130 | 120 | 125 | 115 |
| 35 | 185 | 170 | 155 | 145 | 150 | 140 |
| 50 | 220 | 205 | 180 | 170 | 175 | 160 |
| 70 | 275 | 255 | 225 | 205 | 220 | 200 |
| 95 | 335 | 305 | 265 | 245 | 260 | 235 |
| 120 | 385 | 345 | 300 | 280 | 290 | 265 |
| 150 | 435 | 395 | 340 | 315 | 325 | 300 |
| 185 | 500 | 445 | 380 | 355 | 370 | 335 |
| 240 | 590 | 525 | 440 | 415 | 425 | 395 |
| 300 | 680 | 600 | 490 | 460 | 475 | 445 |
| 400 | 790 | - | 560 | 520 | - | - |
| 500 | 930 | - | 635 | 605 | - | - |
| 630 | 1095 | - | 715 | 675 | - | - |
| | Conductores de Al | | | | | |
| 16 | 92 | 80 | 78 | 74 | 76 | 70 |
| 25 | 120 | 110 | 100 | 94 | 95 | 90 |
| 35 | 145 | 130 | 120 | 110 | 115 | 105 |
| 50 | 170 | 155 | 140 | 130 | 135 | 125 |
| 70 | 210 | 195 | 170 | 160 | 165 | 155 |
| 95 | 255 | 235 | 205 | 190 | 200 | 180 |
| 120 | 295 | 270 | 235 | 215 | 225 | 205 |
| 150 | 335 | 305 | 260 | 245 | 255 | 230 |
| 185 | 385 | 345 | 295 | 280 | 285 | 260 |
| 240 | 455 | 405 | 345 | 320 | 330 | 305 |
| 300 | 520 | 465 | 390 | 365 | 375 | 345 |
| 400 | 610 | - | 445 | 415 | - | - |
| 500 | 715 | - | 505 | 480 | - | - |
| 630 | 830 | - | 575 | 545 | - | - |

(1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.
(2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.
(3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.
(4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.
(5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.
(6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

| | |
|---|---|
| Temperatura del terreno °C: | 25 |
| Temperatura del aire °C: | 40 |
| Resisitividad térmica terreno K·m/W: | 1,5 |
| Temperatura del conductor en °C: | 90 |

*Tabla 9: Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y AC, para cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterados.*

| Factor de corrección | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de instalación | Separación de los ternos | Número de ternos en la zanja | | | | | | | | |
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Cables directamente enterrados | En contacto (d = 0 cm) | 0,76 | 0,65 | 0,58 | 0,53 | 0,50 | 0,47 | 0,45 | 0,43 | 0,42 |
| | d = 0,2 m | 0,82 | 0,73 | 0,68 | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,55 |
| | d = 0,4 m | 0,86 | 0,78 | 0,75 | 0,72 | 0,70 | 0,68 | 0,67 | 0,66 | 0,65 |
| | d = 0,6 m | 0,88 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | - |
| | d = 0,8 m | 0,90 | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | - | - | - |
| Cables bajo tubo | En contacto (d = 0 cm) | 0,80 | 0,70 | 0,64 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,49 |
| | d = 0,2 m | 0,83 | 0,75 | 0,70 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,58 |
| | d = 0,4 m | 0,87 | 0,80 | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | 0,69 | 0,68 |
| | d = 0,6 m | 0,89 | 0,83 | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | - |
| | d = 0,8 m | 0,90 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | - | - | - | - |

*Tabla 10: Factor de corrección por distancia entre ternos o cables unipolares.*

**4 - Cables enterrados en zanja a diferentes profundidades:**

La profundidad de instalación se mide como la distancia vertical entre la superficie del terreno y la parte más baja del cable a menor profundidad del tendido (ver dibujos):

**COEFICIENTES DE CORRECCIÓN**

| Profundidad (m) | Cables enterrados en sección | | Cables bajo tubo de sección | |
|---|---|---|---|---|
| | ≤ 185 mm² | > 185 mm² | ≤ 185 mm² | > 185 mm² |
| 0,50 | 1,06 | 1,09 | 1,06 | 1,08 |
| 0,60 | 1,04 | 1,07 | 1,04 | 1,06 |
| 0,80 | 1,02 | 1,03 | 1,02 | 1,03 |
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1,25 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| 1,50 | 0,97 | 0,96 | 0,97 | 0,96 |
| 1,75 | 0,96 | 0,94 | 0,96 | 0,95 |
| 2,00 | 0,95 | 0,93 | 0,95 | 0,94 |
| 2,50 | 0,93 | 0,91 | 0,93 | 0,92 |
| 3,00 | 0,92 | 0,89 | 0,92 | 0,91 |

*Tabla 11: Factor de corrección por cable enterrado a diferentes profundidades.*

En la planta existe un único circuito de media tensión que enlaza la estación de potencia con el Centro de Seccionamiento y Medida de la planta.

Para la realización de los cálculos se ha considerado el caso más desfavorable, que serían los cables trifásicos bajo tubo. En el presente proyecto se usarán cables unipolares. Para la intensidad de 192,45 A, que se ha calculado anteriormente, se elige inicialmente un cable de Aluminio de sección de 240 $mm^2$.

En la siguiente tabla se exponen los datos del cálculo según el criterio térmico de la sección de los conductores.

| CIRCUITO MEDIA TENSIÓN - CÁLCULOS CRITERIO TÉRMICO | |
|---|---|
| Intensidad Acumulada (A) | 192,45 |
| Sección Elegida (mm2) | 240 |
| Intensidad máxima admisible para la sección elegida por conductor (A) - Caso más desfavorable (cable tripolar) | 320 |
| Número de conductores/fase | 1 |
| Intensidad máxima admisible total (A) | 320 |
| Factor de corrección por agrupamiento | 1 |
| Factor de corrección cables por profundidad y terreno | 0,75 |
| Factor de corrección total | 1 |
| Intensidad total corregida (A) | 240 |
| Cumplimiento | SI |

El cable de sección 240 mm$^2$ elegido cumple con el criterio térmico.

#### 8.1.6.4 Criterio de caída de tensión

Para este criterio estudiamos los distintos tramos individualmente, debido a que dependen directamente de las longitudes de estos. La caída de tensión admisible para cada línea viene definida según la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R cos\varphi + X sen\varphi)$$

Siendo:

- L = Longitud de la línea (km)
- I = Intensidad (A)
- $\text{Cos}\varphi = 0{,}8$
- $\text{Sen}\varphi = 0{,}6$
- R = Resistencia de la línea en Ω / km según la siguiente tabla de referencia:
- X = reactancia de la línea en Ω / km según la siguiente tabla de referencia:

| Sección nominal mm² | Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en Ω/km | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Cables Unipolares | | Cables Tripolares | |
| | Cu | Al | Cu | Al |
| 10 | 2.310 | - | 2.346 | - |
| 16 | 1.455 | 2.392 | 1.479 | 2.431 |
| 25 | 0.918 | 1.513 | 0.936 | 1.542 |
| 35 | 0.663 | 1.093 | 0.675 | 1.112 |
| 50 | 0.490 | 0.800 | 0.499 | 0.0822 |
| 70 | 0.339 | 0.558 | 0.345 | 0.568 |
| **95** | 0.245 | **0.430** | 0.249 | 0.410 |
| 120 | 0.195 | 0.321 | 0.197 | 0.324 |
| **150** | 0.159 | **0.277** | 0.161 | 0.265 |
| 185 | 0.127 | 0.209 | 0.129 | 0.212 |
| **240** | 0.098 | **0.168** | 0.099 | 0.163 |
| 300 | 0.078 | 0.128 | - | - |
| **400** | 0.062 | **0.105** | - | - |
| 500 | 0.051 | 0.084 | - | - |

*Tabla 12: Resistencia del conductor a la frecuencia de 50 Hz (90ºC).*

| Sección nominal mm² | Reactancia X en Ω/km por fase | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tensión nominal del cable | | | | | | |
| | 1,8/3 kV | 3,6/6 kV | 6/10 kV | 8,7/15 kV | 12/20 kV | 15/25 kV | 18/30 kV |
| **Tres cables unipolares en contacto mutuo** | | | | | | | |
| 10 | 0.136 | 0.141 | - | - | - | - | - |
| 16 | 0.126 | 0.130 | 0.143 | - | - | - | - |
| 25 | 0.117 | 0.121 | 0.134 | 0.141 | - | - | - |
| 35 | 0.111 | 0.115 | 0.128 | 0.135 | 0.146 | - | - |
| 50 | 0.106 | 0.109 | 0.122 | 0.128 | 0.138 | 0.144 | 0.149 |
| 70 | 0.100 | 0.103 | 0.115 | 0.120 | 0.130 | 0.136 | 0.141 |
| **95** | 0.095 | 0.098 | 0.110 | 0.115 | **0.125** | 0.129 | **0.132** |
| 120 | 0.092 | 0.095 | 0.106 | 0.111 | 0.120 | 0.123 | 0.127 |
| **150** | 0.090 | 0.092 | 0.102 | 0.108 | **0.117** | 0.120 | **0.123** |
| 185 | 0.088 | 0.091 | 0.100 | 0.104 | 0.112 | 0.118 | 0.120 |
| **240** | 0.085 | 0.088 | 0.097 | 0.101 | **0.119** | 0.116 | **0.114** |
| 300 | 0.083 | 0.087 | 0.093 | 0.097 | 0.104 | 0.108 | 0.111 |
| **400** | 0.081 | 0.085 | 0.091 | 0.095 | **0.101** | 0.104 | **0.106** |
| 500 | 0.080 | 0.084 | 0.089 | 0.092 | 0.098 | 0.100 | 0.102 |
| **Un cable tripolar** | | | | | | | |
| 10 | 0.115 | 0.122 | - | - | - | - | - |
| 16 | 0.107 | 0.113 | 0.127 | - | - | - | - |
| 25 | 0.100 | 0.105 | 0.118 | 0.127 | - | - | - |
| 35 | 0.095 | 0.100 | 0.112 | 0.120 | 0.126 | - | - |
| 50 | 0.091 | 0.095 | 0.106 | 0.114 | 0.120 | 0.127 | 0.133 |
| 70 | 0.086 | 0.090 | 0.100 | 0.107 | 0.113 | 0.119 | 0.125 |
| 95 | 0.083 | 0.087 | 0.096 | 0.102 | 0.107 | 0.114 | 0.119 |
| 120 | 0.081 | 0.084 | 0.093 | 0.098 | 0.103 | 0.109 | 0.114 |
| 150 | 0.079 | 0.082 | 0.090 | 0.096 | 0.101 | 0.106 | 0.111 |
| 185 | 0.079 | 0.081 | 0.089 | 0.094 | 0.098 | 0.103 | 0.108 |
| 240 | 0.076 | 0.079 | 0.085 | 0.090 | 0.094 | 0.099 | 0.103 |

*Tabla 13: Reactancia de la línea a la frecuencia de 50 Hz.*

Como resultado obtenemos las caídas de tensiones para la sección elegida según el criterio de caída de tensión:

| CIRCUITO MEDIA TENSIÓN - CÁLCULOS CAÍDA DE TENSIÓN | |
|---|---|
| Longitud (km) | 0,06 |
| Longitud acumulada (km) | 0,06 |
| Intensidad acumulada (A) | 192,45 |
| Sección (mm2) | 240 |
| Número de conductores/fase | 1 |
| R (para la sección determinada) (ohm/km) | 0,168 |
| X (para la sección determinada) (ohm/km) | 0,114 |
| Caída de tensión (V)/conductor | 4,018 |
| Caída de tensión % / conductor | 0,027 |
| Caída de tensión en la línea % | 0,027 |
| Caída de tensión máxima permitida % | 1,50 |
| Cumplimiento | SI |

### 8.1.7 Conductor baja tensión

Todos los cables deben tener impresiones en su cubierta de manera legible e indeleble cada metro como mínimo con los datos siguientes: identificación del fabricante, designación del cable que identifica el año de fabricación, marca de certificación, número y sección de conductores y voltaje de aislamiento.

Los cables de corriente continua (CC) cumplirán con todas las normas aplicables. Los cables serán:

- Adecuado para usar en sistemas de 1.500 Vcc
- Aislamiento doble
- Capaz de operar en condiciones extremas
- Cable exterior según la prueba HD 605 / A1 clima-UV
- Resistente al calor y al fuego.

La función de los cables de CC es la conexión entre los contenedores de baterías y los convertidores DC/DC y entre estos y los inversores de potencia.

La conexión de los cables será mediante conectores compatibles con los conectores de los equipos y la estación de potencia.

El conductor que se utilizará tendrá la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos excesivos en los conductores. La caída de tensión máxima admitida en el cálculo de las secciones será:

- del 0,5 % para los conductores desde los contenedores a los convertidores DC/DC
- 1 % para los conductores desde los convertidores DC/DC a los inversores de potencia

El cableado cumplirá las siguientes prescripciones:

- Todo el cableado deberá ser libre de halógenos y cumplirán las siguientes normas:
  - No propagación de llama según EN 603332-1-2, DIN VDE 0482
  - No propagación de incendio según EN 50305-9, EN 50266-2-4
  - Baja emisión de humos según EN 50268-2
  - Baja toxicidad según EN 50305 ITC 3

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo.

El trazado será lo más rectilíneo posible. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas UNE).

La instalación cumplirá con todas las consideraciones técnicas establecidas en el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, así como con el REBT.

La elección de la sección de cableado se ha basado en la aplicación de dos criterios: Criterio térmico y Criterio de caída de tensión. En cada situación, se adoptará la sección más restrictiva entre las obtenidas por los dos métodos mencionados.

### 8.1.8 Tipos de cables empleados

#### 8.1.8.1 Baja Tensión

Los circuitos de energía eléctrica en baja tensión corresponden a los circuitos de corriente continua desde los contenedores de baterías a los convertidores DC/DC y desde los convertidores DC/DC a los inversores.

Los cables desde los contenedores de baterías a los convertidores DC/DC serán de cobre de tipo ZZ-F/H1Z2Z2-K con aislamiento de 1,8 kV en corriente continua sobre bandeja según la norma vigente.

Los cables desde los convertidores DC/DC a los inversores serán de BT de aluminio de tipo XZ1 (S) con aislamiento 1,8 kV en corriente continua e irán sobre bandeja.

Las intensidades nominales de los cables Baja Tensión (XZ1 (S)) estarán de acuerdo con la norma UNE 211435:

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1(S) o XZ1(AS) de 0,6/1 kV**

| Intensidad máxima admisible en A<br>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al<br>Cables en triángulo en contacto | | | |
|---|---|---|---|
| Sección mm² | Directamente soterrados | En tubular soterrada | Al aire, protegido del sol |
| Aluminio | | | |
| 25 | 95 | 82 | 88 |
| 50 | 135 | 115 | 125 |
| 95 | 200 | 175 | 200 |
| 150 | 260 | 230 | 290 |
| 240 | 340 | 305 | 390 |
| Cobre | | | |
| 25 | 125 | 105 | 115 |
| 50 | 185 | 155 | 185 |
| 95 | 260 | 225 | 285 |
| 150 | 340 | 300 | 390 |
| 240 | 445 | 400 | 540 |
| Temperatura del terreno en °C | | | 25 |
| Temperatura del aire ambiente en °C | | | 40 |
| Resistencia térmica del terreno en K · m/W | | | 1,5 |
| Profundidad de soterramiento en m | | | 0,7 |

*Tabla 14: Cables de distribución tipo RV o XZ1(AS) de 0,6/1kV. Aislamiento de XLPE y conductor de Cu o Al.*

Las intensidades nominales de los cables solares de Baja tensión (ZZ-F/H1Z2Z2-K) estarán de acuerdo con la norma EN 50618:

**Tabla A.3 – Intensidad máxima admisible de los cables fotovoltaicos**

| Sección nominal mm² | Intensidad máxima admisible de acuerdo con el método de instalación | | |
|---|---|---|---|
| | Un único cable al aire libre<br>A | Un único cable sobre una superficie<br>A | Dos cables cargados en contacto, sobre una superficie<br>A |
| 1,5 | 30 | 29 | 24 |
| 2,5 | 41 | 39 | 33 |
| 4 | 55 | 52 | 44 |
| 6 | 70 | 67 | 57 |
| 10 | 98 | 93 | 79 |
| 16 | 132 | 125 | 107 |
| 25 | 176 | 167 | 142 |
| 35 | 218 | 207 | 176 |
| 50 | 276 | 262 | 221 |
| 70 | 347 | 330 | 278 |
| 95 | 416 | 395 | 333 |
| 120 | 488 | 464 | 390 |
| 150 | 566 | 538 | 453 |
| 185 | 644 | 612 | 515 |
| 240 | 775 | 736 | 620 |
| Temperatura ambiente: 60 °C (Para otras temperaturas ambiente véase tabla A.4).<br>Temperatura máxima del conductor: 120 °C. | | | |
| NOTA El periodo de utilización previsto a una temperatura máxima del conductor de 120 °C y una temperatura ambiente máxima de 90 °C es de 20 000 h. | | | |

*Tabla 15: Intensidad máxima admisible de los cables CC*

### 8.1.8.2 Media tensión

Los cables de media tensión para la conexión entre la Power Station, y el Centro de Seccionamiento y Medida ubicado en el interior de la instalación, serán de aluminio de tipo RHZ1 AL de sección 240 mm² con aislamiento 18/30kV e irán sobre bandeja.

### 8.1.9 Protecciones eléctricas

Todos los circuitos eléctricos deben de estar protegidos adecuadamente ante situaciones anormales de funcionamiento. Estas protecciones priorizarán la protección de las personas principalmente y también la protección propia de las instalaciones. Como norma general se describen a continuación las protecciones de cada subsistema eléctrico.

- Contactos directos e indirectos

Como modo de protección ante contactos indirectos se usarán los siguientes sistemas:

- Detección de falla de aislamiento y activación de alarma en el sistema de gestión.
- Disparo de protecciones por intensidad de fuga y de sobreintensidad.
- Aislamiento de clase II en los contenedores, cables y cajas de conexión.

El sistema de detección de falla de aislamiento estará incluido en los inversores y controlará el valor del aislamiento a tierra y entre conductores para detectar cuando se esté produciendo una situación peligrosa por un defecto de aislamiento.

Este controlador indicará la aparición de un primer defecto de una parte activa a masa o tierra y por medio de una señal indicará la aparición de la situación de peligro.

Este primer defecto no provoca corrientes elevadas y/o peligrosas para las personas, la corriente de defecto a tierra en un sistema IT circula por las capacitancias parásitas a tierra del conductor de línea hacia la fuente de alimentación. Por este motivo, el primer defecto a tierra se caracterizará por un valor tan bajo que evite el disparo de la protección y las tensiones de contacto derivadas serán muy bajas. El caso de un nuevo defecto en el otro polo de la instalación si supone una situación de peligro.

En el diseño de la protección individual de los cables de cada rama, hay que tener en cuenta que la corriente de cortocircuito es aproximadamente igual que la corriente nominal de la rama. Este hecho condiciona la utilización de fusibles o interruptores automáticos que puedan utilizarse para proteger el cableado contra los cortocircuitos.

- Sobrecargas

Se instalarán fusibles en cada uno de los circuitos como sistema de protección contra sobrecargas y como sistema de desconexión.

Adicionalmente entre los contenedores de baterías y el inversor debe instalarse un elemento de corte general bipolar para continua, que debe ser dimensionado para el 125% de la corriente máxima del generador.

Como criterio de cálculo, la sección transversal del cableado de la rama puede entonces ser determinada a partir de la intensidad límite de no fusión del fusible de la rama. En este caso, la corriente admisible del cable (Iz) deberá ser superior a la corriente nominal del elemento de protección (In) y esta a su vez, inferior a la corriente límite de fusión del mismo (Inf). Por su parte, la Inf no podrá ser superior a 1,15 veces la Iz:

$$In \leq Inf \leq 1{,}15 \times Iz$$

Adicionalmente, para evitar cortes imprevistos en la producción energética, la corriente nominal del fusible (In) vendrá dada por la expresión:

$$In \geq 1{,}25 \times In_{RAMA}$$

De esta forma una vez que ocurra una sobrecarga en alguno de los conductores activos de la instalación, los fusibles deberán de protegerlos.

Cabe mencionar que el elemento de corte tendrá que ser capaz de conectar y desconectar el generador en carga, en buenas condiciones de seguridad.

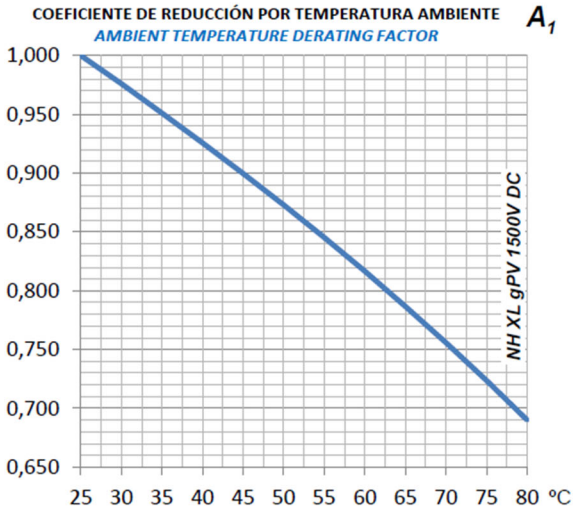
**1. Fusibles inversores de 400 A**

En el extremo del inversor se instalará un fusible para proteger el cable y la máquina. Se calcula a continuación:

**Temperatura**

Dado que el fusible de protección del cable está integrado en el inversor, la temperatura se considera un incremento de temperatura sobre el ambiente de 5°C según indicaciones del fabricante del inversor.

| $t_a$ (°C) | $A_1$ |
|---|---|
| 25 | 1 |
| 30 | 0,98 |
| 35 | 0,95 |
| 40 | 0,92 |
| 45 | 0,90 |
| 50 | 0,87 |
| 55 | 0,85 |
| 60 | 0,82 |
| 65 | 0,79 |
| 70 | 0,76 |
| 75 | 0,72 |
| 80 | 0,69 |




$$T = T_a + \Delta T = 50 + 5 = 55\ ℃$$

$$K_T = 0{,}85$$

Se aplica un factor de corrección $K_T$ = 0.85

$$I_{nt,200} = 0{,}85 \times 200\ A = 170{,}00\ A$$

$$I_{nt,250} = 0{,}85 \times 250\ A = 212{,}50\ A$$

$$I_{nt,350} = 0{,}85 \times 350\ A = 297{,}50\ A$$

Se comprueba la selección del fusible según:

**UNE 60364-7**:

$$I_b \leq I_{nt} \leq I_z$$

$$I_{b,15} = 232{,}81\ A \leq I_{nt,400} = 297{,}50\ A \leq I_{z,12} = 299{,}10\ A$$

$$I_{b,18} = 279{,}38\ A \leq I_{nt,400} = 297{,}50\ A \leq I_{z,18} = 299{,}10\ A$$

El fusible seleccionado para proteger el cable es de 400 A.

$$300\ mm^2 = S \geq \frac{1}{K} \times \frac{I_{sc} \times \sqrt{t}}{\sqrt{\frac{\ln\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}{\ln\frac{\theta_f + \beta}{\theta_s + \beta}}}} = \frac{1}{94} \times \frac{325{,}92 \times \sqrt{2.000}}{\sqrt{\frac{\ln\frac{250 + 228}{90 + 228}}{\ln\frac{250 + 228}{120 + 228}}}} = 136{,}84\ mm^2$$

Aunque el cable de 240 mm² podría aguantar más de 6 horas sin daño (el fusible actuaría mucho antes).

### 8.1.10 Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo con objeto de garantizar la seguridad de personas y equipos en caso de faltas o descargas a tierra. En esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno. La puesta a tierra permite el paso a tierra de los corrientes de falta o de descargas de origen atmosférico.

El sistema eléctrico de corriente continua y de corriente alterna en baja tensión no estarán unidos a tierra en ninguno de sus componentes, estableciendo en el caso de la red de baja tensión de alterna un sistema de distribución IT, con el neutro aislado de tierra o masas.

Para garantizar la seguridad de las personas en caso de corriente de defecto, se establece 5 Ω para este tipo de instalación. Por ello, se realizará una única toma de tierra a la que se conectará el terminal de puesta a tierra del inversor, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas. Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuitos son muy elevados.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislante apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser menor en ningún caso de 16 mm² de sección, para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas. Así, se conectarán las barras de tierra de los cuadros, las estructuras metálicas, soportes, armaduras, bandejas, motores, etc.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

La red de tierras se hará a través de picas de cobre. La configuración de las mismas debe ser redonda y de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno. Hay que tratar de evitar que la pica se doble a la hora de su colocación.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.

En relación con los sistemas auxiliares en corriente alterna si se coloca un interruptor diferencial en la cabecera de la acometida de consumos con una sensibilidad de 30 mA, será suficiente para asegurar la protección de las personas frente a derivaciones a tierra. Se puede comprobar mediante el siguiente cálculo:

- Tensión de seguridad = 24 voltios (peor caso locales húmedos).
- Intensidad máxima sin que salte la protección diferencial > 30 mA.

Se opta por obtener una buena resistencia a tierra para evitar posibles accidentes por contacto directo con las masas metálicas de la instalación, sea con las partes metálicas de los paneles o de su estructura metálica.

Por otra parte, cabe destacar, que se van a realizar dos tomas de tierra, uno por el lado de corriente continua y otro por el lado de corriente alterna, que irán a la misma puesta a tierra.

En la instalación existirán las siguientes puestas a tierra:

#### 8.1.10.1 Puesta a tierra sistemas en corriente alterna

Para la puesta a tierra de la instalación de media tensión se instalará un conductor de sección mínima 70 mm² para la evacuación de las corrientes de cortocircuito a tierra. Los cables de tierra se unirán a las pantallas de los cables de media tensión en las celdas de media tensión ubicada en el centro de seccionamiento y medida de donde parte la antena y en aquellos lugares donde sean accesibles. Estos cables de tierra se interconectarán con las tomas de tierra de masas del resto de la instalación, formando una tierra única del campo solar.

Para los suministros de servicios auxiliares en baja tensión de corriente alterna se instalará un conductor principal de tierra desde la toma de tierra hasta el cuadro CA, este cable tendrá una sección mínima de 16 mm².

Las pantallas metálicas de los cables de media tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos. Toda la puesta a tierra de la instalación deberá cumplir lo detallado en la normativa y reglamentación.

En el caso de que durante la ejecución se opte por que las tierras del lado de continua y de alterna estén separadas, estas tendrán una resistencia no superior a 5 Ohm.

#### 8.1.10.2 Puesta a tierra de la estación de potencia

La estación de potencia tendrá una puesta a tierra para las masas y herrajes de media tensión denominada “tierra de protección”.

La puesta a tierra de herrajes consiste en la conexión de las masas metálicas. Estará constituida por un electrodo de forma rectangular perimetral al edificio con picas de acero cobrizado dimensionada para las corrientes de falta prevista. Esta puesta a tierra tiene como objetivo evitar tensiones de contacto peligrosas, se adoptarán medidas de seguridad adicionales:

- -Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del PV Station no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión, debido a defectos o averías.
- -En el piso se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra de protección del centro de transformación.
- -Las celdas de MT dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.
- -Los neutros de baja tensión de los dos devanados de baja tensión no se conectarán a tierra, por lo que la instalación de Baja tensión a 400 V en corriente alterna será un sistema IT. Esta conexión permitirá el correcto funcionamiento del módulo Anti-PID.
- -El módulo anti-PID consta de dos terminales, el Protective Earth (PE) y el Functional Earth (FE). Esta es la masa y se debe conectar desde el terminal “PE bar” a una estructura metálica del CT. El Functional Earth (FE) se debe conectar desde el terminal “Functional earthing bar” del módulo anti-PID al terminal “Functional earthing bar” del transformador (que normalmente es el embarrado de tierras del transformador).

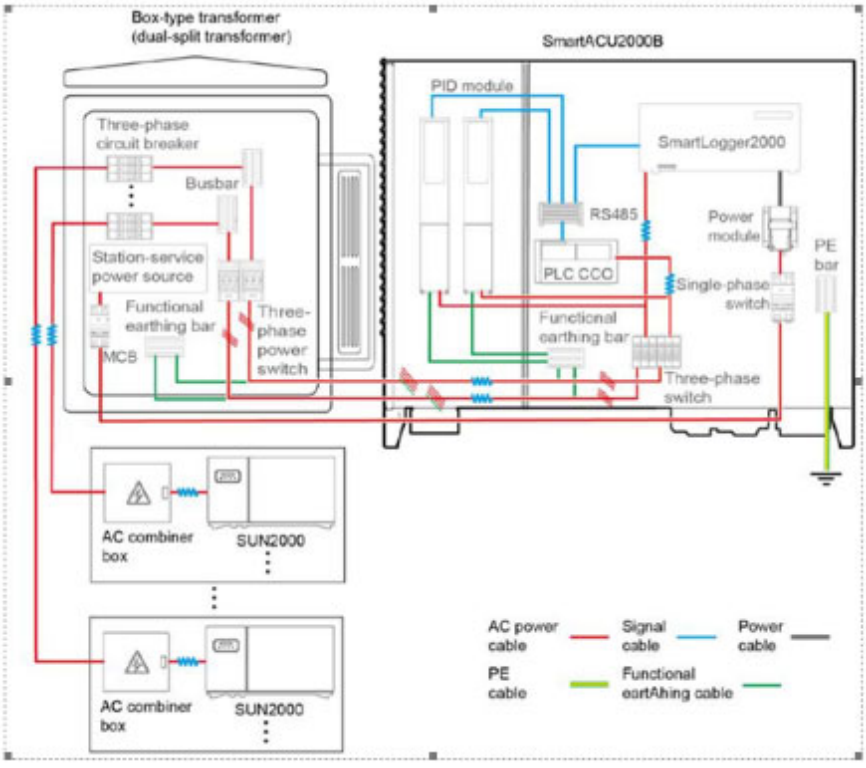


Ilustración 12: Módulo anti-PID

En el caso del transformador de servicios auxiliares, el neutro del devanado de baja tensión se conectará a tierra rígidamente, de esta forma esta parte de la instalación de servicios auxiliares tendrá un sistema TT para las tierras. La puesta a tierra de los neutros se realizará con un electrodo en línea con cuatro picas, previéndose una Rtn < 5 Ω. Si el valor de tierra del neutro medido fuera superior al calculado, se dispondrán las picas necesarias conectadas en paralelo, hasta conseguir dicho valor.

El Inversor como equipo eléctrico se deberá conectar a las masas metálicas de la planta. Para ello dispone de una conexión para el conductor de protección (PE) donde se conectará a la general de puesta a tierra de la instalación.

### 8.1.11 Sistema de control de planta

La coordinación de los inversores se lleva a cabo mediante el controlador de la planta de potencia (Power Plant Controller – PPC).

Este sistema es el encargado de dar cumplimiento a la demanda del operador de red (código de red) y se comunica con cada inversor a través de un anillo de fibra óptica que conecta todos los dataloggers con el sistema. Estos dataloggers, a su vez, se comunican por PLC con cada inversor y se ubican en el PV station.

Este anillo incluye además la comunicación del resto de sistemas adicionales de la instalación, como son el sistema contra incendios por CT, relés de protección, medidores de energía, etc.

El sistema será el responsable de recoger toda la información de los sistemas de la instalación, que serán:

- Sistema de inversores PV Station
- Centro de Seccionamiento y Medida interior de la instalación

El sistema incluirá los equipos necesarios para realizar las funcionalidades reflejadas por la normativa y legislación aplicable.

### 8.1.12 Instalaciones auxiliares

La instalación necesitará una serie de instalaciones auxiliares para el funcionamiento pero que no son necesarias para la producción de energía. Entre estas instalaciones se contemplan:

- Instalación de alumbrado en las zonas del PV Station y Centro de Seccionamiento y Medida de la planta.
- Instalación de seguridad y vigilancia.

#### 8.1.12.1 Instalaciones de alumbrado

En el Centro de Seccionamiento y Medida de la instalación, en el PV Station dispondrá de un alumbrado mínimo, cuyo nivel medio será de 5 Lux.

#### 8.1.12.2 Instalaciones de anti intrusismo

Tanto por la importancia de los bienes de que constará la instalación, como por la seguridad de las personas, es necesario implantar un sistema de seguridad en la instalación.

El sistema de seguridad propuesto para la instalación contempla los siguientes subsistemas:

- Video vigilancia.
- Detección de intrusión.
- Control de acceso a la instalación.
- Alimentación eléctrica al sistema.
- Sistema de gestión.

El sistema de seguridad comprenderá la detección del movimiento, por medio de cámaras DOMO móviles de 2 Mpx con rotación 360º, y cámaras térmicas fijas para la visión completa, control de accesos, intrusión y detección, basado en tecnología digital para la protección de cualquier incidencia en el emplazamiento.

Se instalarán en la planta un total de 1 cámaras tipo DOMO y 2 cámaras térmicas.

El sistema de video vigilancia posibilitará la visualización, captura y grabación de las imágenes captadas por el conjunto de cámaras en el centro de control bajo un substream de vídeo ajustable a las necesidades de tráfico de la red.

Para optimizar la relación calidad de imagen/coste utilizando concentradores IP de red en los servidores de video vigilancia ubicados en el centro de control, a través de la red de comunicaciones multiservicio de la planta.

El suministro eléctrico de los concentradores IP y los analizadores de detección se realizará mediante la alimentación en baja tensión desde las estaciones de potencia próximas a las cámaras, instalando el cableado de baja tensión enterrado por el perímetro del vallado.

El sistema de video vigilancia y detección perimetral dispondrán de un sistema de respaldo en caso de que falle la alimentación de las EP o en labores de mantenimiento consistente en:

- Módulo regulador-controlador.
- Batería con autonomía para cinco días (comunicación de nivel de batería con el SCADA de la planta).

El sistema de seguridad deberá ser instalado y mantenido por una empresa homologada de seguridad.

# 9. Memoria Obra Civil

## 9.1 Criterios de diseño

Los criterios de diseño generales que se han tendido en cuenta para el estudio de la Obra Civil de este proyecto se exponen a continuación:

- Acondicionamiento la nave o terreno para el proyecto.
- Utilización del skid (plataforma metálica) de solución todo en uno para el PV Station que permite la colocación de este directamente sobre una losa de hormigón.

Los criterios de diseño de los trabajos incluidos en este proyecto serán descritos más en detalle en los apartados correspondientes del alcance de trabajos de este documento.

## 9.2 Alcance

La obra civil comprende varios trabajos entre los que destacan:

- Cimentación de los contenedores de baterías mediante losa de hormigón.
- Cimentación del skid del PV Station mediante losa de hormigón.
- Cimentación del Centro de Seccionamiento y Medida mediante mejora de terreno y capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

### 9.2.1 Elementos constructivos obra civil

#### 9.2.1.1 Cimentación del PV Station

Se ha supuesto que el terreno donde se implantaran el PV Station es un terreno arcilloso con una tensión admisible de 1,5 kg/cm$^2$. Para la cimentacion de los equipos se ejecutará una mejora del terreno consistente en:

- Un vaciado de 1.50 m desde la cota actual, en un sobreancho de 1m alrededor de la cimentación del PV Station, con su correspondiente talud de 70º para evitar derrumbes.
- Una mejora con un relleno de zahorra natural compactado al 95% del Proctor Normal en tongadas de 30cm.

Las cargas estaticas para el calculo de la cimentación son 14.800 kg.

Las cargas dinámicas o sobrecarga de uso, tienen una masa total de 4.905 kg según el fabricante.

Consideramos que las dimensiones de la solera donde se instalará el PV station son de 13.800 mm x 4.100 mm (ancho x largo del skid mas un metro adicional por cada lado), es decir 565.800 cm$^2$, lo que supone que la tensión transmitida al terreno bajo la cimentación es:

Presion Terreno: (14.800 + 4.905) kg /565.800 cm$^2$ = 0.035 kg/cm$^{2.}$

La tensión admisible por el terreno es 1,5 kg/cm$^2$ comprobandose la validez de la solución adoptada.

Según lo indicado la losa de hormigón para la instalación del skid del PV station tendrá una superfície de 13,8 m x 4,1 m con una altura de 0,30 m. La armadura del mallado será de diámetro 8 mm en cuadrícula de 20x20 cm. El tipo de hormigón será de HA-25/P/20/iiA.

#### 9.2.1.2 Cimentación unidades de almacenamiento

Para la cimentación de la unidad de almacenamiento se han considerado dos soleras de dimensiones 6.500 mm x 3.500 mm, es decir una superficie de 455.000 cm$^2$, para dos contenedores de 20 pies (6,06 x 2,44 x 2,90 m), con una capacidad de carga de 25.000 kg. En dichos contenedores se sitúan los ocho reguladores DC-DC y el conjunto de racks de baterías. Cuatro reguladores por contenedor, y las baterías distribuidas en 22 y 23 racks respectivamente.

Las cargas estaticas totales se muestran en la siguiente tabla:

| Cargas Estáticas y Dinámicas | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Masa (kg)** | **uds** | **Masa total (kg)** | **Fuerza (N)** |
| ud. Regulador DC-DC | 590 | 8 | 4.720 | 46.303,20 |
| ud. Rack de 25 baterías | 1.650 | 45 | 74.250 | 728.392,50 |
| ud. Contenedor | 2.300 | 2 | 4.600 | 45.126,00 |
| **TOTAL** | | | **83.570** | **819.822** |

*Fuente: Ingecon Sun, Samsung SDI, DSV*

La suma total de las cargas estaticas es 83.570 kg.

Consideramos que las dimensiones de la solera donde se instalará el contenedor son de 6.500 mm x 3.500 mm, es decir 455.000 $cm^2$, lo que supone que la tensión transmitida al terreno bajo la cimentación es:

Presion Terreno: 20.510 kg /455.000 $cm^2$ = 0.1836 $kg/cm^2$

La tensión admisible por el terreno es 1,5 $kg/cm^2$ comprobandose la validez de la solución adoptada.

Según lo indicado las losas de hormigón para el contenedor del almacenamiento tendrán una superfície de 13 m x 7 m con una altura de 0,30 m. La armadura del mallado será de diámetro 8 mm en cuadrícula de 20x20 cm. El tipo de hormigón será de HA-25/P/20/iiA.

# 10. Condicionados generales del proyecto

## 10.1 Condiciones Generales

De acuerdo con la disposición final cuarta, sobre la excepciones a la información pública de procedimientos autorizatorios energéticos, del decreto-ley 26/2021, de 14 de diciembre, por el que se adoptan medidas de simplificación administrativa y mejora de calidad regulatoria para la reactivación económica en Andalucía, NO se someterán al trámite de información pública aquellas solicitudes de autorización administrativa a las que se refiere el Título VII del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que no requieran de Declaración de Utilidad Pública para su implantación y que no estén sometidas a la Autorización Ambiental Unificada establecida en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

### 10.1.1 Inicio de la actividad

**La sociedad TELEIRO SOLAR, S.L., como titular de la instalación, comunicará al Ayuntamiento de Los Barrios el inicio** de la actividad con carácter previo a ésta. Se

entenderá por inicio efectivo de la actuación el comienzo de las obras contempladas en la documentación presentada, no bastando a estos efectos las meras labores preliminares o preparatorias de la actuación. En cualquier caso, se comunicará la fecha de la puesta en marcha prevista de la actividad.

### 10.1.2 Certificación técnica

Ejecutadas las obras e instalaciones proyectadas y con carácter previo a la puesta en marcha de la actividad, el titular de la instalación presentará ante el Ayuntamiento de Los Barrios (Cádiz) Certificado final de obra **expedido por el técnico director de obra y, en su caso, visado por el Colegio Profesional correspondiente, de acuerdo a la legislación sectorial específica, que acredite que las obras e instalaciones se han llevado a cabo conforme al proyecto y medidas medioambientales presentadas.**

## 10.2 Solicitud de autorizaciones Sectoriales

Se han solicitado las siguientes autorizaciones sectoriales:

1. Delegación Territorial en Cádiz de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul . Dominio Público Hidraúlico.
2. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Área de Industria y Energía
3. Delegación Territorial en Cádiz de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Departamento de Residuos, Suelos Contaminados y Economía Circular
4. Delegación Territorial en Cádiz de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Departamento de Vías Pecuarias.
5. Delegación Territorial en Cádiz de la Consejería de Turismo, Cultura y Deporte
6. Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda de la Junta de Andalucía

Al Autor del proyecto no le consta necesidad de solicitar otras autorizaciones sectoriales que las mencionada en este punto.

En caso de ser necesario se solicitarán las autorizaciones sectoriales que pudiesen ser requeridas durante la fase de obtención de permisos del proyecto.

## 10.3 Solicitud de autorización a organismos afectados

Dentro del procedimiento administrativo se han formado consultas a los siguientes organismos o entidades:

1. Ayuntamiento de Los Barrios
2. Red Eléctrica de España
3. e-distribución
4. Delegación Territorial en Cádiz de la Consejería de Turismo, Cultura y Deporte
5. Telefónica
6. Enagás

7. Nedgia
8. EMASESA

## 11. Orden de prioridad entre los documentos básicos

Se establece, frente a posibles discrepancias, que el orden de prioridad de los documentos básicos del proyecto es

1 Planos

2 Memoria

3 Pliego de condiciones

4 Presupuesto

5 Otros

Sevilla, febrero de 2024

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

# DOCUMENTO 02. ANEXOS MEMORIA

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 02. ANEXOS MEMORIA

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**ANEXO 1. OFERTA NARADA ..... 5**

**ANEXO 2. OFERTA INGETEAM ..... 6**

**ANEXO 3. DATASHEET ISS 3POWER C SERIES 1500V ..... 7**

**ANEXO 4. CARTA DE FUNCIONALIDADES DEL INVERSOR ..... 8**

**ANEXO 5. ADVANCED GRID SUPPORT FUNCTIONALITIES ..... 9**

**ANEXO 6. ISS 3POWER C SERIES SCR ..... 10**

**ANEXO 7. AMORTIGUAMIENTO DE OSCILACIONES ..... 11**

**ANEXO 8. INGETEAM BESS CONTROL ..... 12**

**ANEXO 9. BESS COWES 8.5 MW - 4.72 MWH ..... 13**

**ANEXO 10. BESS WHITELEE 50 MW - 50 MWH ..... 14**

**ANEXO 11. CERTIFICADO DE CONFORMIDAD 1 ..... 15**

**ANEXO 12. CERTIFICADO DE CONFORMIDAD 2 ..... 16**

# Anexo 1. Oferta Narada

# Technical Proposal – NARADA BESS System

## Project Name: COAGENER 5MW 20MWh

## Project Location: XXX

## Version No.: 1.0

## Revision Date: 8th Oct., 2023

Zhejiang Narada Power Source Co., Ltd

# Content

I. Abbreviations ..... 1
II. Overview ..... 2
III. Customer Requirements ..... 3
3.1 BESS System Requirement ..... 3
3.2 Scope of Supply ..... 3
IV. Technical Proposal ..... 4
4.1 BESS Configuration ..... 4
4.2 System Equipment List ..... 4
4.3 Degradation ..... 5
V. Battery System Design ..... 6
5.1 Battery Cell ..... 6
5.2 Battery Module ..... 7
5.3 Battery Rack ..... 8
5.4 Battery Management System ..... 9
5.4.1 Overview ..... 9
5.4.2 Battery Multi-level BMS Function ..... 9
VI. Auxiliary System Design ..... 10
6.1 Battery Connection Panel ..... 10
6.2 Power Distribution Panel ..... 11
6.3 Thermal management System ..... 11
6.3.1 Equipment Cooling Design ..... 11
6.4 Fire Suppression and Alarm System Design ..... 12
6.4.1 Description ..... 12
6.4.2 Main Equipment List of FSS ..... 13
6.4.3 Fire Suppression System Work Flow ..... 14
6.4.4 Control logic ..... 14
6.4.4.1 Flammable Gas Detection System Work Flow ..... 14
6.4.4.2 Automatic Fire Alarm System Work Flow ..... 14
6.4.4.3 Manual Fire Alarm System ..... 15

# I. Abbreviations

| | | |
|---|---|---|
| 1 | AC | Alternating Current |
| 2 | BAT | Battery |
| 3 | BCP | Battery Connection Panel |
| 4 | BESS | Battery Energy Storage System |
| 5 | BOS | Balance of System |
| 6 | BMS | Battery Management System |
| 7 | BMU | Battery Management Unit |
| 8 | BCU | Battery Cluster Management Unit |
| 9 | BAMS | Battery Administration Management System |
| 10 | BAU | Battery Administration Management Unit |
| 11 | BOP | Balance of Plant |
| 12 | BOL | Beginning of Life |
| 13 | DC | Direct Current |
| 14 | EMS | Energy Management System |
| 15 | EOL | End of Life |
| 16 | FSS | Fire Suppression System |
| 17 | HMI | Human Machine Interface |
| 18 | HV | High Voltage |
| 19 | HVAC | Heating & Ventilation and Air Conditioning |
| 20 | LFP | Lithium iron phosphate |
| 21 | MV | Middle Voltage |
| 22 | PCS | Power Conversion System |
| 23 | POC | Point of Connection |
| 24 | SOC | State of Charge |
| 25 | SOH | State of Health |
| 26 | UPS | Uninterruptable Power Supply |

## II. Overview

Narada Power Source is established in 1994, one of the most famous batteries and battery storage system manufacture in China in many industrial sectors, like renewable energy, telecom and data center infrastructure, e-mobility etc., with around 12 billion RMB turnover in 2022 and installed capacity of over 5GWh worldwide till middle of 2023.

Narada manufactures LFP battery cell to build BESS system solution. Below is Narada's product portfolio for different applications, including 2C, 1C and less than 0.5C-rate applications.

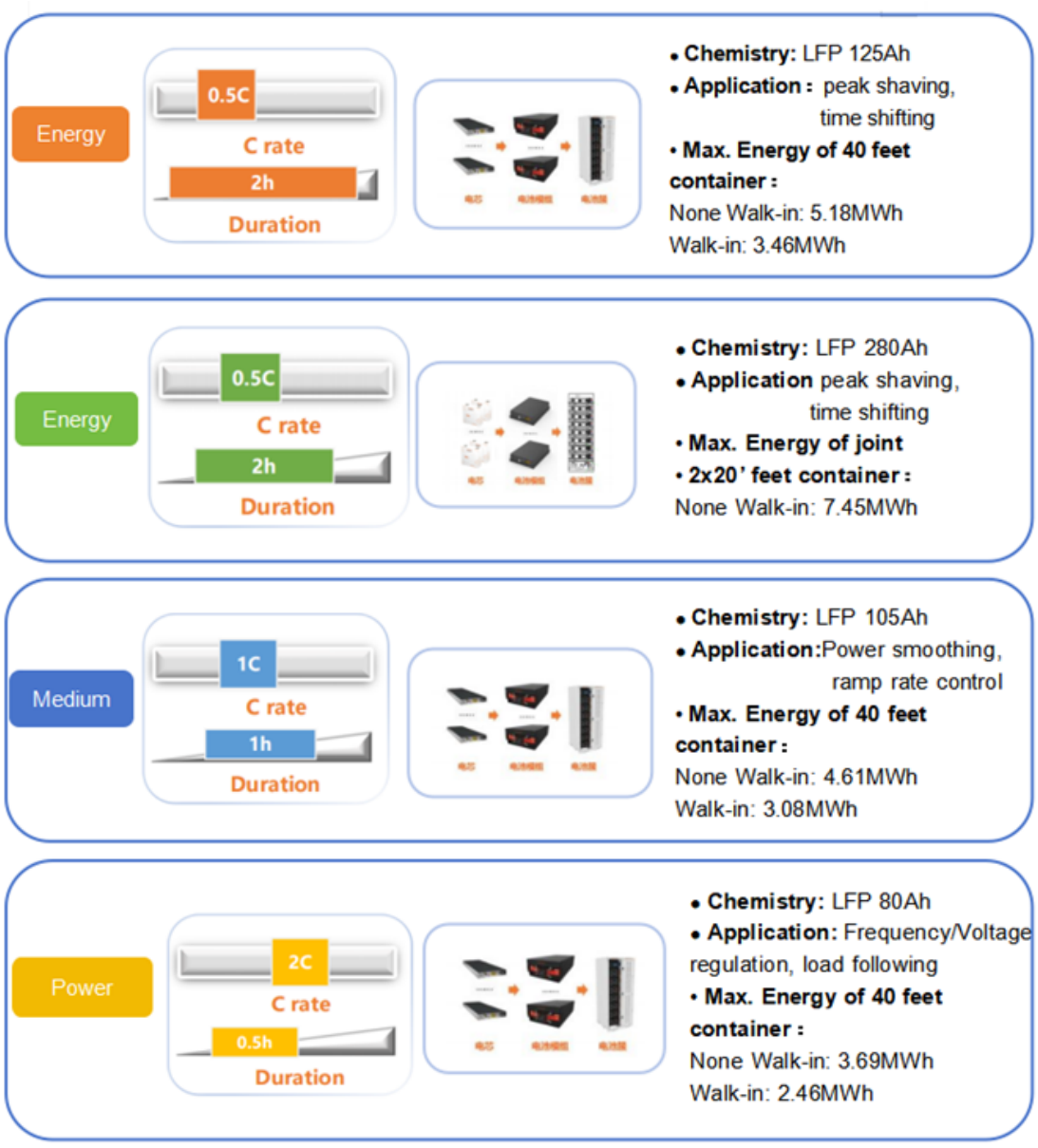



Fig. 2-1: Narada's Product Portfolio

# III. Customer Requirements

## 3.1 BESS System Requirement

1) System size (power/capacity): 5 MW/20 MWh @AC side
2) System application: Energy shifting
3) Cycle number: 365 cycles per year
4) Requirement of EOL: 20 years

## 3.2 Scope of Supply

We will offer proposals for the requirements as below:

1) Storage batteries;
2) Battery installation rack;
3) BMS;
4) HVAC;
5) Fire suppression system;
6) Container solution;

# IV. Technical Proposal

## 4.1 BESS Configuration

Table 4-1: BESS Configuration

| Items | | Unit | Value |
|---|---|---|---|
| **Requirement** | Power at POC | MW | 5 |
| | Energy at POC | MWh | 20 |
| **Battery System** | Module Type | | 166.4NESP280 |
| | Module Capacity | Ah | 280 |
| | Module Voltage | V | 166.4 |
| | Modules Per Rack | pcs | 8 |
| | Rack Rated Voltage | V | 1331.2 |
| | Rack Minimum Voltage | V | 1164.8 |
| | Rack Maximum Voltage | V | 1497.6 |
| | Energy Per Rack | MWh | 0.373 |
| | Total Battery Rack | Strings | 60 |
| | Battery No | pcs | 480 |
| | Nominal Installed Energy | **MWh** | **22.36** |
| | Usable Energy at FAT | **MWh** | **21.92** |
| | Usable Energy at SAT (6 months) | **MWh** | **21.25** |
| **BMS** | Battery Management System | set | 60 |
| **Rack** | Battery Cabinet Frame | set | 60 |
| **Battery Container** | Container Size | ft | 20 |
| | Install Rack No per Container | set | 10 |
| | Install Energy per Container | MWh | 3.727 |
| | No of Container (F90 Fire Retard) | set | 6 |
| | Fire Protection System | set | 3 |
| | DC Combiner Cabinet | set | 6 |
| | Thermal Management System | set | 6 |
| | Cooling Capacity | KW | 40 |
| | Auxiliary Distribution Cabinet | set | 3 |
| **AC side (for reference)** | Ingeteam PCS | set | 3 |

## 4.2 System Equipment List

Table 4-2: List of Supply Scope

| Equipment | Specification and Models | Unit | Quantity | Remark |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Battery Cell Type | FE280A | pcs | 24960 | |
| Battery Strings | 1331.2V280Ah system | set | 60 | With racks and BMS |
| Container | 20ft ISO container | set | 6 | Battery container |
| FSS | NOVEC1230 | Set | 3 | |
| DC Cabinet | With fuse protection | Unit | 6 | Battery Connection Panel |
| Liquid Unit | 40kW cooling capacity | Unit | 6 | |
| AC/DC Cabinet | Power distribution box | Unit | 3 | |

## 4.3 Degradation

Below degradation is based on annual 365 cycles and 22.36 MWh installed energy.

Table 4-3: Degradation Table

| Years | Annue cycles | Degradation Rate | Max Usable energy@DC(MWh) | Guaranteed energy@DC(MWh) | Usable energy@AC(MWh) | DC-RTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FAT | 0 | 100.00% | 21.92 | 20.83 | 20.00 | 94.00% |
| SAT (6 months) | 0 | 96.94% | 21.25 | 20.83 | 20.00 | 93.82% |
| 1 | 365 | 92.72% | 20.32 | 20.32 | 19.51 | 93.56% |
| 2 | 365 | 91.40% | 20.03 | 20.03 | 19.23 | 93.48% |
| 3 | 365 | 89.73% | 19.66 | 19.66 | 18.88 | 93.38% |
| 4 | 365 | 88.02% | 19.29 | 19.29 | 18.52 | 93.28% |
| 5 | 365 | 86.94% | 19.05 | 19.05 | 18.29 | 93.22% |
| 6 | 365 | 85.63% | 18.77 | 18.77 | 18.02 | 93.14% |
| 7 | 365 | 84.32% | 18.48 | 18.48 | 17.74 | 93.06% |
| 8 | 365 | 83.01% | 18.19 | 18.19 | 17.46 | 92.98% |
| 9 | 365 | 81.70% | 17.91 | 17.91 | 17.19 | 92.90% |
| 10 | 365 | 80.38% | 17.62 | 17.62 | 16.91 | 92.82% |
| 11 | 365 | 79.07% | 17.33 | 17.33 | 16.64 | 92.74% |
| 12 | 365 | 77.60% | 17.01 | 17.01 | 16.33 | 92.66% |
| 13 | 365 | 75.80% | 16.61 | 16.61 | 15.95 | 92.55% |
| 14 | 365 | 73.99% | 16.22 | 16.22 | 15.57 | 92.44% |
| 15 | 365 | 72.20% | 15.82 | 15.82 | 15.19 | 92.33% |
| 16 | 365 | 70.45% | 15.44 | 15.44 | 14.82 | 92.23% |
| 17 | 365 | 68.70% | 15.06 | 15.06 | 14.45 | 92.12% |
| 18 | 365 | 66.30% | 14.53 | 14.53 | 13.95 | 91.98% |
| 19 | 365 | 63.56% | 13.93 | 13.93 | 13.37 | 91.81% |
| 20 | 365 | 60.83% | 13.33 | 13.33 | 12.80 | 91.65% |

Note:

1. The above degradation rate is based on max 0.25 C-rate application;
2. DC Usable Energy at SAT (6 months) means the DC usable energy at the project site and should be done within 6 months after the delivery from NARADA factory;
3. Max Usable Energy @DC = Nominal Installed Energy x Battery factor x Degradation Rate;
4. NARADA only guarantees the values column of “Guaranteed Energy @DC(MWh)”.
5. The auxiliary consumption is not included in this calculation.

# v. Battery System Design

This system adopts the outdoor container BESS system, which contains Narada LFP battery: NESP series, intelligent battery management system and the group technology. We can supply safe, reliable, stable power supply solutions, to provide comprehensive highly quality energy.

The BESS communication single layout drawing shows the design of BESS and how the AC, DC, and control sections are interconnected. In DC section, one battery bank is made up with certain number of racks in accordance with the PCS configuration and the banks connect to a PCS module. Several combinations of PCS and battery banks establish BESS.

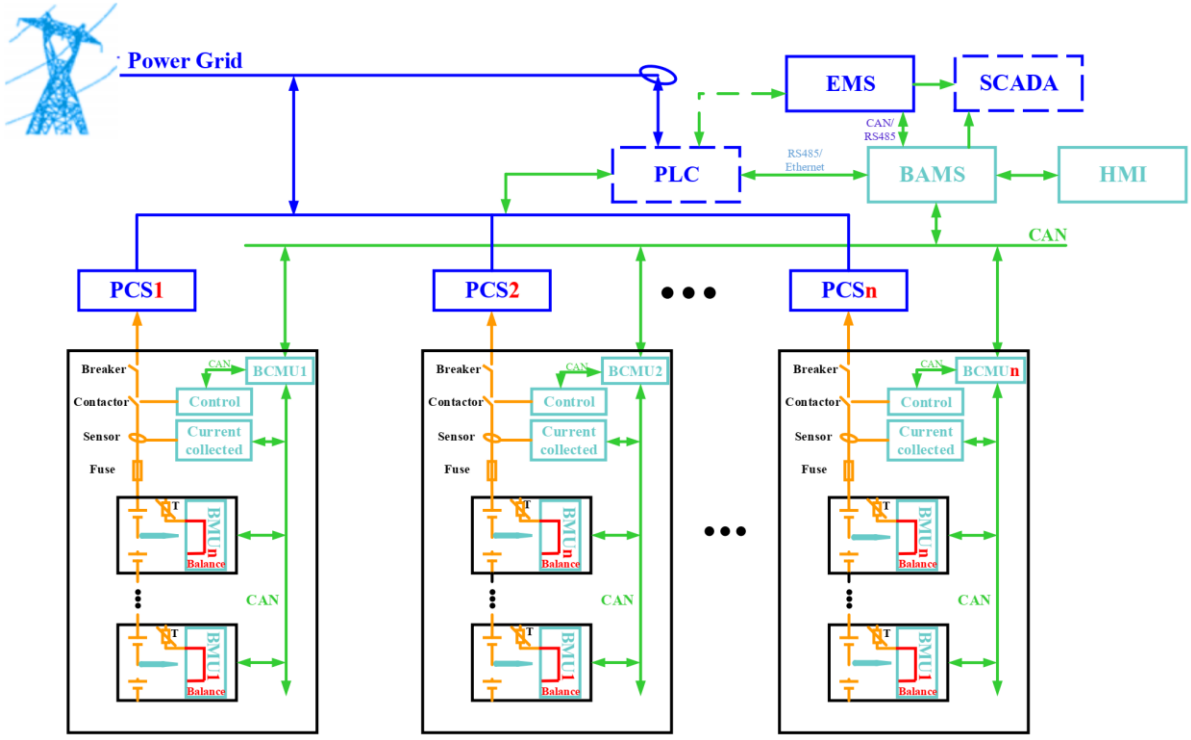



Fig. 5-1: BESS Communication Single Layout Drawing (For reference)

## 5.1 Battery Cell

Battery cell, the basic unit of lithium iron phosphate battery, consists of positive, negative electrodes and electrolyte, with rated voltage of 3.2V and rated capacity of 280Ah. Narada adopts advanced LFP chemistry batteries, enjoying low cost, high efficiency and

reliability as well as industry-leading safety technology. The battery cell is sealed in aluminum enclosure as shows in the following picture.

Table 5-1: Specification of Battery Cell

| Item | UNIT | SPECIFICATION | RENDERING |
|---|---|---|---|
| Battery Chemistry | - | LFP | |
| Nominal Capacity | Ah | 280Ah | |
| Nominal Energy | Wh | 896 | |
| Nominal Voltage | Vdc | 3.2 | |
| Operating Voltage | Vdc | 2.50~3.65 | |
| Dimension (W×D×H) | mm | 174*72*207 | |
| Weight | kg | 5.5 | |
| Recommended C-Rate | C | 0.5 | |
| Certificate | - | UL9540A, IEC62619, UN38.3 | |

## 5.2 Battery Module

A battery module consists of a number of cells in a manner of 1P52S, with rated voltage of 166.4V and rated capacity of 280Ah. The battery module and BMS adopt unified standard modular design to ensure the universality of the system. Flexible configuration, multiple battery modules can be in serial for expanding voltage and capacity. Battery modules are independently designed for easy maintenance and installation.

Table 5-2: Specification of Battery Module

| Item | UNIT | SPECIFICATION | RENDERING |
|---|---|---|---|
| Type No. | - | 166.4NESP280 | |
| Module Configuration | - | 1P52S | |
| Module Capacity | Ah | 280 | |
| Energy | kWh | 46.59 | |
| Nominal Volt | V | 166.4 | |
| Minimum Volt | V | 145.6 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Maximum Volt | V | 187.2 | |
| Dimension (W×D×H) | mm | 760*1150*237 | |
| Weight | kg | 340 | |
| Recommended C-Rate | C | 0.5 | |
| Certificate | - | UL9540A, IEC62619, UN38.3 | |

### 5.3 Battery Rack

A number of modules and control box are connected in series through electrical connectors, delivers high voltage up to 1331.2V in rated voltage and 280Ah in rated capacity. Each battery rack contains 8 modules and 1 control box, which integrates BCU, disconnector, contactors, pre-charge resistor, fuses, current sensors and switching power supply.

Table 5-3: Specification of Battery Rack

| Item | UNIT | SPECIFICATION | RENDERING |
|---|---|---|---|
| Type No. | - | 166280373 | |
| Rack Configuration | - | 1P416S | |
| Module Qty | pcs | 8 | |
| Capacity | Ah | 280 | |
| Energy | kWh | 372.7 | |
| Nominal Volt | Vdc | 1331.2 | |
| Minimum Volt | V | 1164.8 | |
| Maximum Volt | V | 1497.6 | |
| Dimension (W×D×H) | mm | 924*1155*2520 | |
| Weight | kg | 2570 | |
| Recommended C-Rate | C | 0.5 | |
| Certificate | - | UL9540A, IEC62619, UN38.3 | |

## 5.4 Battery Management System

### 5.4.1 Overview

BMS collects, processes and stores the important information during the operation of the battery pack in real time, and exchanges the information with the external equipment to give real-time alarm and protection during the operation of the battery pack. BMS generally adopts multi-level distributed architecture design. For three-level architecture, BMS system is composed of module level BMU, rack level BCMU and bank level BAMS. The overall control and communication diagram is shown as below:

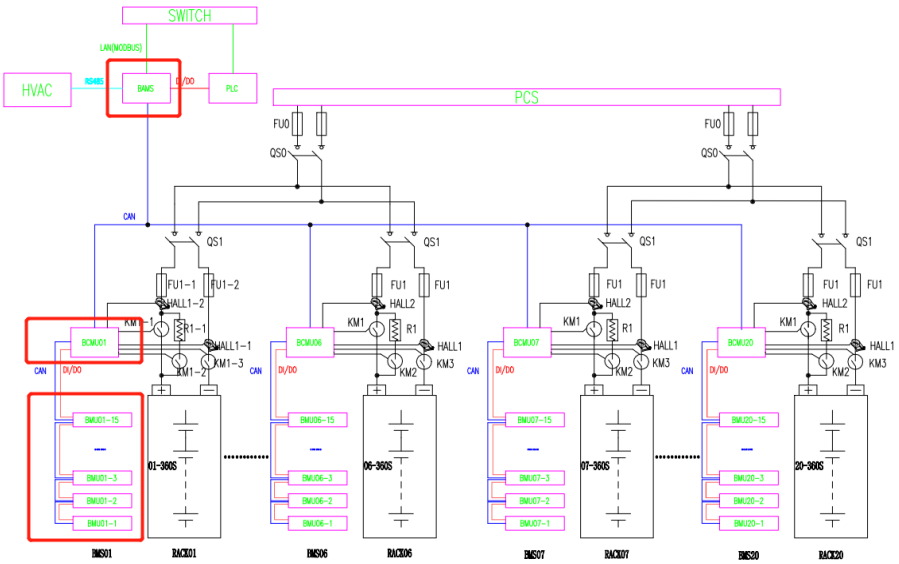



Fig. 5-2: BMS Communication Diagram (For reference)

### 5.4.2 Battery Multi-level BMS Function

Table 5-4: Battery Multilevel BMS Function (For reference)

| BMS Tier | Main functions | Detailed functions |
|---|---|---|
| BMU | Basic hardware configuration | Cell voltage sampling |
| | | Temperature sampling |
| | Heat management | Module fan |
| | Energy management | Active equalization |
| | Information management | Communication with BCMU |
| BCMU | Battery status sampling | Total rack voltage sampling |
| | | Charging and discharging current sampling |
| | | Insulation resistance sampling |

| | | |
|---|---|---|
| | Thermal management | Temperature alarm signals |
| | Estimation of battery status | Estimation of SOC |
| | | Estimation of SOH |
| | Failure diagnosis | Battery failure diagnosis alarm |
| | | BMS system self-check and fault diagnosis alarm |
| | Information management | Software upgrade |
| | | Communication with BMU and BAMS |
| BAMS | Information management | Remote management interface |
| | | Communicate with PCS, EMS and other equipment |
| | Data storage | Data storage, transmission and processing |

# VI. Auxiliary System Design

## 6.1 Battery Connection Panel

The main function of the BCP is to combine multiple racks of batteries to one DC bus, then connect to the DC input of PCS with necessary protections. With Fuses, SPDs, and SPD fuses as key parts of battery protection devices.

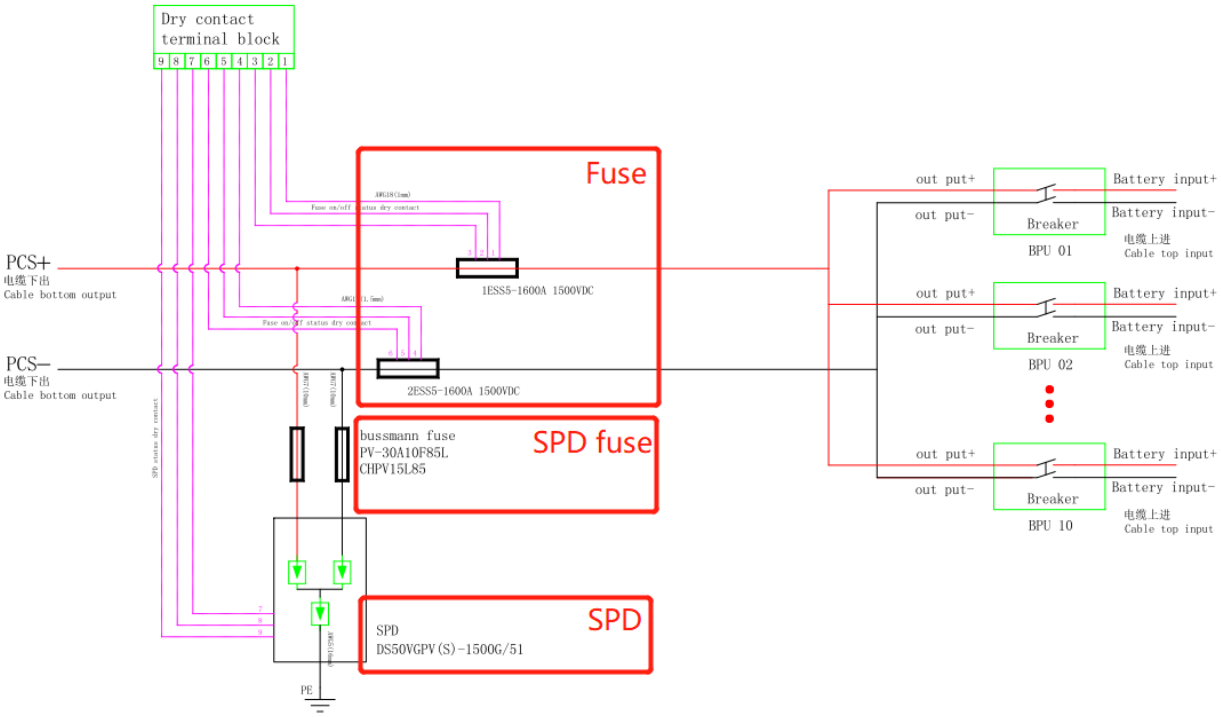



Fig. 6-1: BCP Connection Diagram (For reference)

## 6.2 Power Distribution Panel

Power distribution panel works as an important device for auxiliary power supply, the main functions are as follows:

1) Power source of HVAC, FFS, Lighting, BMS etc.;
2) With UPS minimum 15 minutes time as backup power supply;
3) Flexible power resource input support: 380/400/480Vac/50/60Hz 3P4L (**The type of auxiliary resource shall be confirmed by the Client before the contract**);
4) Protection function with main circuit breaker and dual E-stop circuit systems.

## 6.3 Thermal management System

The system uses a liquid cooling system for heat dissipation. Liquid cooling is a technology that uses a liquid as a coolant to remove heat from the heated parts. It has good temperature homogeneity. The liquid cooling system mainly consists of pipes, pumps, heat exchangers and compressors. The main coolant of the system is ethylene glycol and water.

### 6.3.1 Equipment Cooling Design

Inside the enclosure, there are multi-stages cooling pipes to manage the battery system. First level is the master pipe on the top of enclosure, connected with cooling unit. Second level is the secondary pipe, to separate the master pipes to each rack stage to cool down rack temperature. Third level is targeted for each module cooling (branch pipeline). Each stage will support with inlet and outlet pipes correspondingly. The coolant from master pipe to branch pipe is sent from cooling unit to modules by the pump. After absorbing the heat generated by the battery it is returned to the cooling unit. The layout of the liquid cooling pipe is shown below.

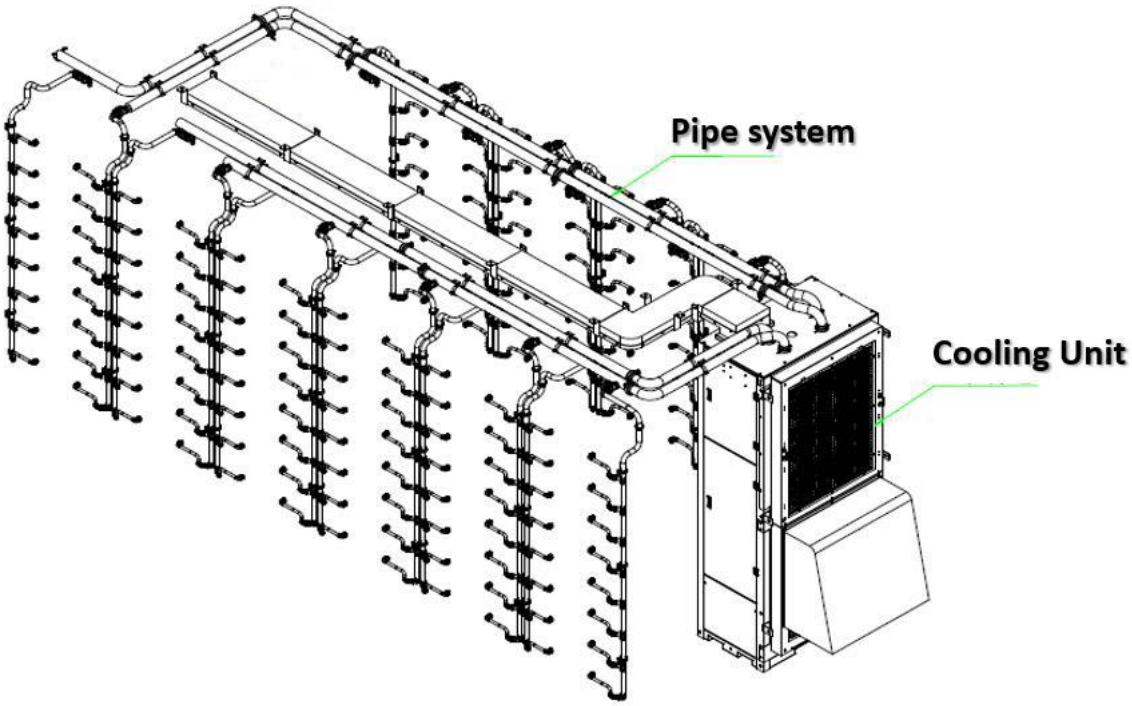



Fig. 6-2: Liquid Cooling Pipe Layout (For reference)

## 6.4 Fire Suppression and Alarm System Design

### 6.4.1 Description

The fire suppression system of battery container is composed of automatic fire alarm system, automatic gas fire extinguishing system, flammable gas detection, exhaust fan system, and sprinkler system. Automatic fire alarm and gas fire extinguishing system consists of fire alarm controller/gas extinguishing controller, temperature sensors, smoke sensors, manual/automatic switch, emergency start and stop device, sound and light alarm, alarm bell, gas release indicator, gas fire extinguishing system, pressure relief valve, etc. Flammable gas detection and exhaust system is composed of flammable gas detector and exhaust fan. The sprinkler system consists of pipes, sprinklers and joints.

Note that, this fire system design is just for reference, and should be redesigned or modified at system design stage.

### 6.4.2 Main Equipment List of FSS

Table 6-1: Main Equipment List of FSS

| No | Components | Qty | Location | Note |
|---|---|---|---|---|
| 1 | FSS Control Panel | 1 | Inside | Receive detector signal, feedback system status, and linkage start gas fire extinguishing system, sound, light and exhaust equipment. |
| 2 | Smoke Sensor | 8 | Inside | Detect the smoke concentration in the battery container and send the alarm to the alarm controller when there is an alarm value |
| 3 | Temperature Sensor | 8 | Inside | Detect the ambient temperature in the battery container and sends an alarm to the alarm controller when there is an alarm value |
| 4 | Alarm Bell | 1 | Inside | Provide sound alarm when smoke or temperature or flammable gas alarms separately |
| 5 | Sound and Light Alarm | 1 | Outside | Provide sound and flash alarm when multiple alarms of smoke and temperature are given |
| 6 | FSS Emergency Start & Stop Button | 1 | Outside | Perform an emergency start or stop operation |
| 7 | FSS Manual/Auto Switch | 1 | Outside | Switch the system manually or automatically when entering the container for maintenance |
| 8 | Gas Release Indicator | 1 | Outside | Indicates that a gas extinguishing agent is being sprayed |
| 9 | Flammable Gas Detector | 4 | Inside | Detect the concentration of flammable gas in the container, send alarm signal, linkage exhaust system |
| 10 | Exhaust Fan | 4 | Inside | Ventilate containers to avoid deflagration caused by flammable gas accumulation |
| 11 | Gas Extinguishing System | 1 | Inside | Accept the start signal of the controller and spray fire extinguishing agent to protect the container with full flood extinguishing |
| 12 | Sprinkler Systems (Optional) | 1 | Inside | Pipes are arranged inside containers and joints are reserved outside containers for connecting fire hydrants or fire trucks to douse fires and cool them down. Manual operations are required |

Note: Above quantities match to joint 20ft containers (two sets of 20ft containers).

### 6.4.3 Fire Suppression System Work Flow

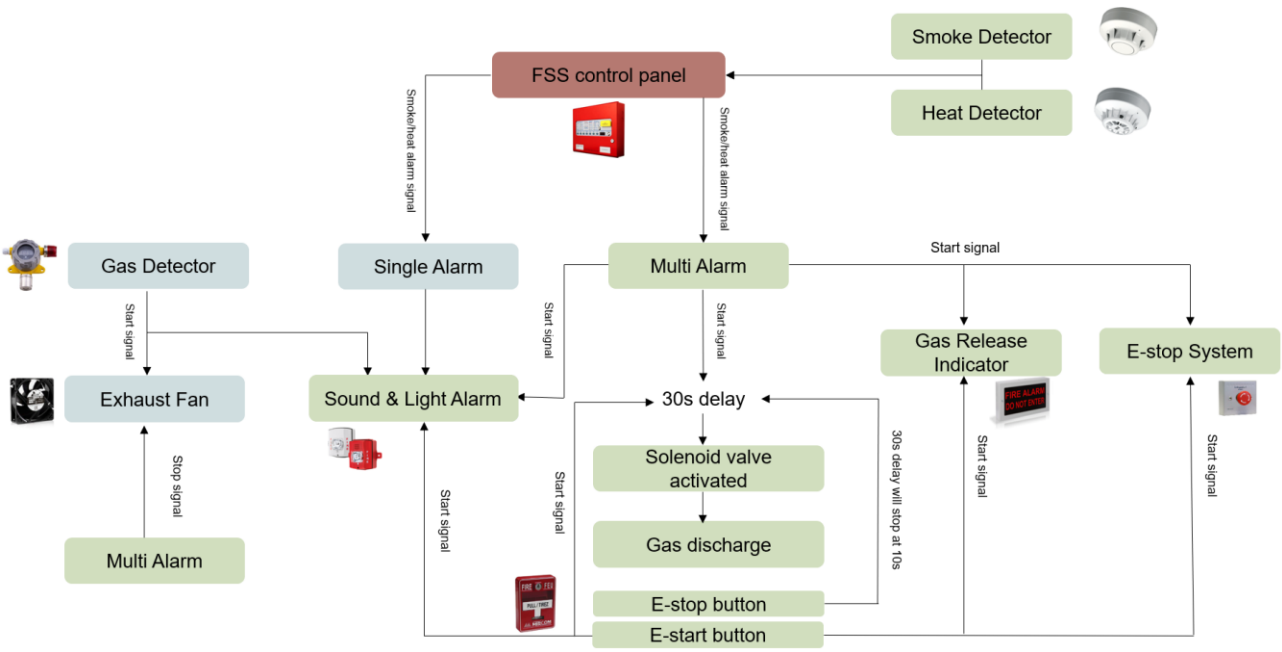



Fig. 6-3: Fire Suppression System Work Flow (For reference)

### 6.4.4 Control logic

#### 6.4.4.1 Flammable Gas Detection System Work Flow

Exhaust fan will start operation if flammable gas detector detects that flammable gas concentration is higher than 20%LEL, at meanwhile “Sound & Light Alarm” will start too.

#### 6.4.4.2 Automatic Fire Alarm System Work Flow

a. Exhaust fan will start operation if only one temperature detector or smoke sensor triggered (primary fire signal), at meanwhile “Sound & Light Alarm” will start too.

b. If two smoke sensors alarm or two temperature sensors alarm or smoke sensor (≥1) + temperature sensor (≥1) alarm (secondary fire signal), it belongs to Multi Alarm, Emergency Stop System will be tripped, exhaust fan will stop operation, “Sound & Light Alarm” and “Gas Release Indicator” will start at the same time, and 30s delay will be triggered too.

c. Once “FSS Emergency Start & Stop Button” is pushed as FSS Emergency Start, action is same as step b.

d. Once “FSS Emergency Start & Stop Button” is pushed as FSS Emergency Stop, FSS action will stop when timer runs to “10s”. If time is less than 10s, the timer will be reset to 10s and stop.

Note: The stop button cannot be released, otherwise the time will continue to countdown.

e. FSS will be discharged after 30s delay.

#### 6.4.4.3 Manual Fire Alarm System

Fig. 6-4: FSS Control Panel Auto/Manual Switch (For reference)

When open the door, turn to “Manual Only” in the plate. When the system is at “Manual Only” state, FSS will only alarm without gas release. If need to start gas extinguishing system, push Emergency Start Button outside container door. Before close the container door, turn to “Auto & Manual”.

Address: No.822, West Wen’er Road, Hangzhou, Zhejiang, P.R. China
Website: www.naradapower.com
Tel: +86-571-56623755
Email: naradaess@naradapower.com
Narada Energy-ESS Brochure 2022-2023

# Anexo 2. Oferta Ingeteam

# TECHNICAL & COMMERCIAL QUOTE

# INGECON SUN STORAGE INVERTER AND POWER STATIONS

## Coagener

| | |
|---|---|
| Document Code: | QT-202309197108 |
| Revision Date: | 25/09/2023 |
| Author: | John Llivi Tituaña |
| Client: | Miguel Salvador Tejero |
| | mtejero@coagener.com |

# Contents

1. INTRODUCTION ..... 2
2. OBJECTIVE ..... 3
3. SCOPE OF SUPPLY ..... 4
3.1. Power and energy block: ..... 5
3.2. Communication architecture ..... 6
4. P-Q CURVE ..... 7
5. PRICES ..... 8
6. VALIDITY OF THE OFFER ..... 10
7. PAYMENT TERMS ..... 10
8. DELIVERY LEADTIME ..... 11
9. DELIVERY TERMS ..... 11
10. COMMISSIONING ..... 11
11. TECHNICAL DOCUMENTATION ..... 12
12. WARRANTY ..... 12
13. LIMITATION OF LIABILITY ..... 12
14. INDUSTRIAL AND INTELLECTUAL PROPERTY ..... 12
15. CANCELLATION ..... 13
16. TRANSFER OF TITLE AND RISK ..... 13
17. APPLICABLE LEGAL JURISDICTION AND RESOLUTION OF DISPUTES ..... 13
18. INGETEAM ENERGY GENERAL SUPPLY CONDITIONS ..... 13
19. OTHER CONTRACTUAL CONDITIONS (BESS) ..... 13
20. ORDER ACCEPTANCE ..... 14
21. ANNEXES ..... 14

| REVISION CONTROL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Rev | Dat | Written: | Verifie | Appro: | Modifications: |
| 01 | | P.E.I. | | | Initial versión. |

**TECHNICAL & COMMERCIAL QUOTE**

| CLIENT<br>**Coagener** | **Ingeteam Power Technology, S.A.**<br>Avda. Ciudad de la Innovación, 13<br>31621 Sarriguren, Navarra, Spain<br>**Tel:** +34 948 288 000<br>**web:** www.ingeteam.com<br>**TAX ID:** A95663852 |
|---|---|
| **Project Name:** | **IDAE STAND-ALONE - BESS 5MW 4h - SPAIN - COAGENER** |
| **Author:** | John Llivi Tituaña |
| **Recipient:** | Miguel Salvador Tejero |
| **e-mail:** | mtejero@coagener.com |

# 1. INTRODUCTION

To begin, we would like to thank you for your interest in our products and services.

INGETEAM is a global company specializing in different sectors, all customer-oriented and based on power electronics, electric machines and applied engineering. These sectors are wind, solar PV, hydroelectric and fossil fuel power generation, metal processing, marine, rail traction, waters, electric mobility, energy storage, green hydrogen and the electricity grid, including the substations and covering transmission and distribution, always striving to optimize power generation and consumption.

**MORE THAN 1 GW / 3 GWh STORAGE CAPACITY SUPPLIED WORLDWIDE**

**AND 85 GW SUPPLIED IN THE RENEWABLE ENERGY SECTOR**

With production plants in Spain, the United States, Brazil and India, and subsidiaries in 23 countries, Ingeteam is ideally positioned to meet the needs of its customers across the globe.

Furthermore, Ingeteam has its own Service division, which was established in 1999 and is focused on meeting the operation and maintenance requirements demanded by the renewable energy markets. This has allowed Ingeteam to position itself as a company that also specializes in equipment maintenance, with a portfolio of more than 22 GW.

With a headcount of +4,800 employees throughout the world, Ingeteam boasts a long and proven track record in the industrial and energy sectors, dating back to 1972. Thanks to its division-based structure and its policy of sustainable growth, Ingeteam enjoys a prominent, competitive position and has established itself as one of the leading companies in the power electronics sector.

Our priority is to maintain the highest level of quality in order to meet our customers' expectations. At Ingeteam, we aim at electrifying a sustainable future.

In case this offer is of interest to you, we await your reply. If additional information of any kind is needed, please do not hesitate to contact us.

Sincerely,

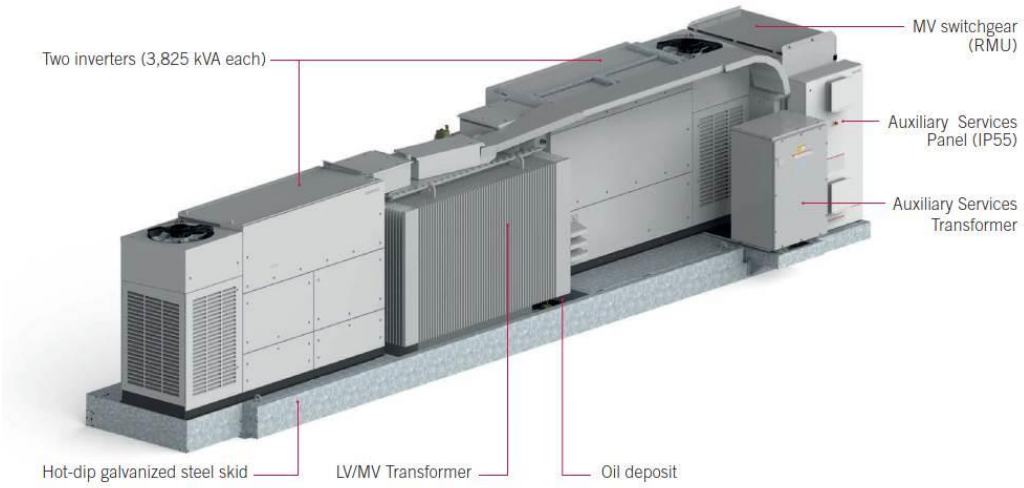
John Llivi Tituaña

## 2. OBJECTIVE

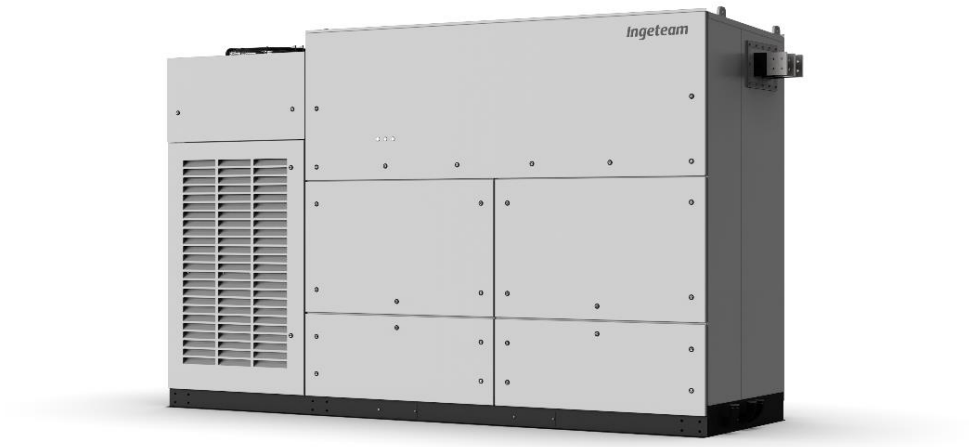
The object of this technical & commercial quote is to define and value the supplies and services to be provided by INGETEAM at request of **Coagener** for their BESS project in Spain **(IDAE STAND-ALONE - BESS 5MW 4h - SPAIN - COAGENER)**

**The contents of this document and its attachments should be considered confidential and, as such, should not be disclosed to third parties without our prior, express written agreement.**

This quote supersedes any and all prior quotes.




*FullSkid (FSK) Inverter Station – Double Inverter*




*Ingecon Sun 1500Vdc C Series Inverter*

*Ingecon Sun Storage 430 DC-DC*

# 3. SCOPE OF SUPPLY

## INGETEAM

### POWER STATIONS

**Type of InverterStation:** Full Skid

**Number of InverterStations:** 1 x Full skid inverter station

**Number of central inverters:** 2 x Ingecon Sun C series

**Number of DC-DC inverters:** 18 x DC-DC 430

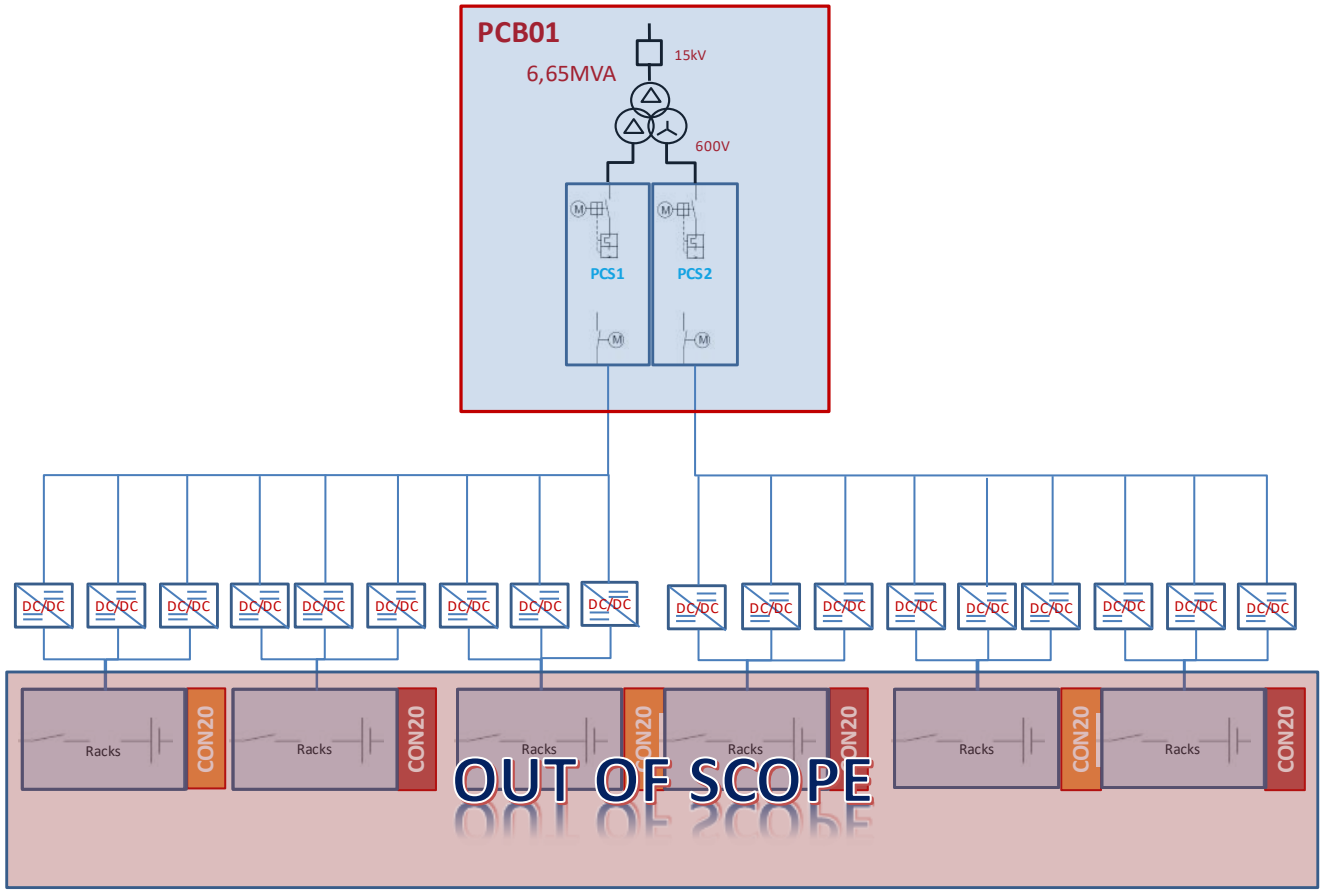
### CONTROL

**Central control cabinet:** 1

**Distributed control system:** Included in the Inverter Stations

## 3.1. POWER AND ENERGY BLOCK:

**POWER CONVERSION BLOCK WITH Cseries CONVERTERS**
**5MW- 20MWh Usable BOL COAGENER– SPAIN**
@ 40ºC / P.F. 0,95 / ±10%Vn



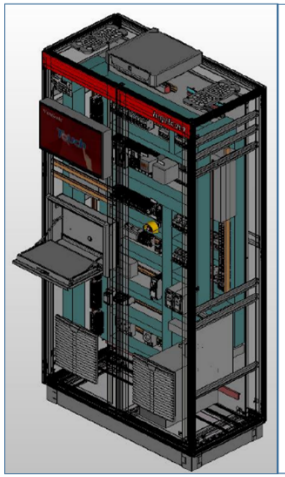
**SUMMARY: 5MW/20MWh**

1 Power Conversion Block

- 2 x Ingecon Sun Storage C series
- 1 x 6650FSK C Series
- 18 x DC-DC 430 converter (9 per inverter)
- *Battery solution is just an example. Could be different depending on the bettary manufacturer selected.
- *DC-DC 430 Converter quantity could change depending on the battery manufacturer selected

## 3.2. COMMUNICATION ARCHITECTURE

### CENTRAL CONTROL CABINET : Within safe perimeter and to be installed in control building



**INGETEAM**

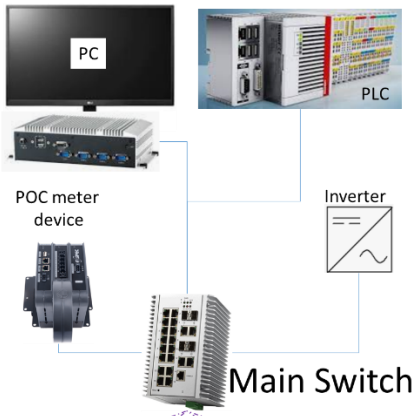
**PLC**
1. PLC1 : PPC / EMS for BESS + PV plant
2. PLC2 : PPC / EMS redundant to main one

**PCs**
1. PC1 : BESS HMI - SCADA (including POC signals provided by Customer)
   Data historian logger / register
2. PC2 : BESS HMI – SCADA redundant to main one

**Inverter**
1. connected to secure DC supply (instead of UPS)

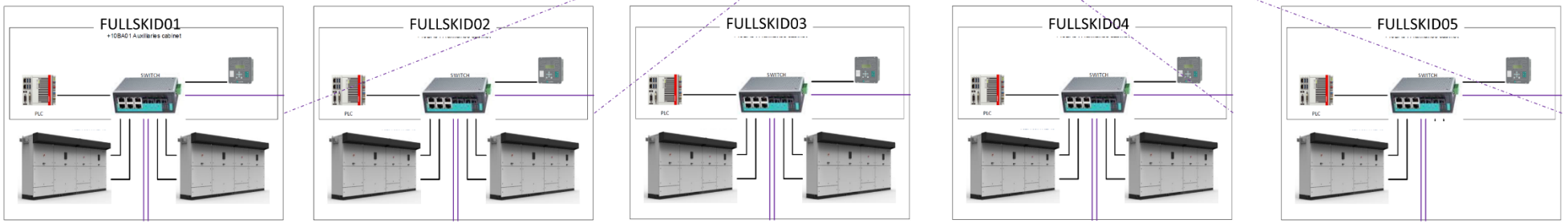
**Meter device**
1. ( wired to Customer´s POC CT / VT)

**Main Switch**
1. With transducers ( Monomode and multimode outputs)




**CUSTOMER**
1. Telecommunication system and internet connection.
2. Communication cables and cabling.
3. Firewall router with remote access :
   1. Bidding system
   2. Customer remote access
   3. Ingeteam Zamudio access
   4. O&M access
4. POC elements
   1. Switchgears
   2. Metering
   3. Protections
   4. Safe DC system
5. Communication cabinet :
   1. With utilities
   2. ...
6. Meters

### DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM : Within full-skids




Multimode F.O. to BMS
Expected 4 pairs ( one per battery string)

Multimode F.O. to BMS
Expected 4 pairs ( one per battery string)

Multimode F.O. to BMS
Expected 4 pairs ( one per battery string)

Multimode F.O. to BMS
Expected 4 pairs ( one per battery string)

Multimode F.O. to BMS
Expected 4 pairs ( one per battery string)

# 4. P-Q CURVE

## @1164,60Vdc

| | |
|---|---|
| Date | 19/09/2023 |
| Project | COAGENER |
| Power | 5,0 MW |
| Usable Energy BOL | 20,00 MWh |
| | 4,00 Hours |

| Select BATTERY Manufacturer | DC-DC |
|---|---|
| Model | |
| V bat min | 1.164,60 Vdc |
| V bat max | 1.164,60 Vdc |

| BESS requirements | | |
|---|---|---|
| P at POC - Aux Services Included | 5.000,00 | kW |
| P at POC - Aux Services Excluded | 5.200,00 | kW |
| Q at POC - Aux Services Included | 1.643,42 | kVAr |
| Cos Phi - POC | 0,950 | |
| S Total | 5.492,14 | kVA |
| Frequency | 50,00 | Hz |
| Voltage of POC | 15.000,00 | V |
| Voltage Range +%Vn | 110% | |
| Voltage Range -%Vn | 90% | |
| Altitude | 1.000,00 | m |
| Temperature | 40,00 | ºC |
| Rated Voltage AC | 600,00 | V |
| V Battery system | 1.164,60 | V |
| Ingecon Max. AC Current at Design Temperature and Vbat | 3.050,00 | A |

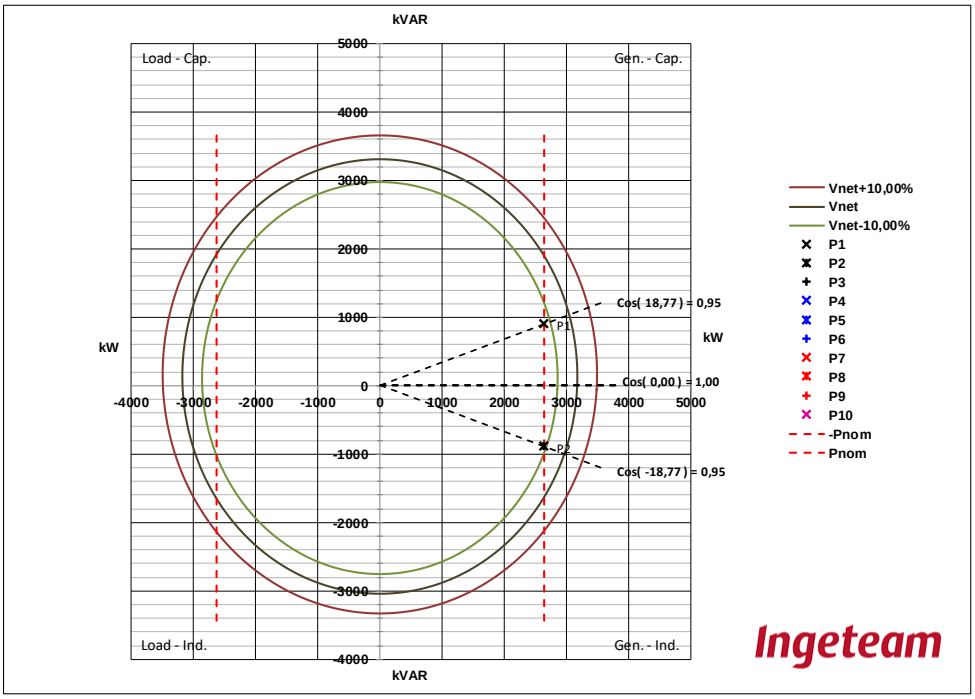
| C SERIES - Power Stations/Trafos | Number of PCB |
|---|---|
| PCB 01B (3,17MVA) | - |
| PCB 02B (6,34MVA) | 1 |

| Number of MV Circuits | 1 |
|---|---|

| % Overvoltage that the inverter must withstand without disconnecting | 125% |
|---|---|

| Total Number of Inverters |
|---|
| 2 |

| Power per Inverter to fulfill BESS requirements | | Total Power at AC Inverter Terminals |
|---|---|---|
| P | 2.635,34 kW | 5.270,69 kW |
| Q | 895,70 kVAr | 1.791,39 kVAr |
| S | 2.783,40 kVA | 5.566,80 kVA |




| ACTIVE AND REACTIVE CAPABILITIES PER CONVERTER AT AC LOW VOLTAGE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P | Q cap | Q ind | P | Q cap | Q ind |
| Cos Phi | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Degrees | 0 | 90 | 270 | 18,77 | 18,77 | 341,23 |
| Vnet+10,00% | 3.494,08 kW | 3.663,38 kVAr | -3.333,82 kVAr | 3.372,33 kW | 1.095,75 kVAr | -1.120,38 kVAr |
| Vnet | 3.177,03 kW | 3.316,73 kVAr | -3.044,36 kVAr | 3.062,29 kW | 995,01 kVAr | -1.020,16 kVAr |
| Vnet-10,00% | 2.859,86 kW | 2.972,80 kVAr | -2.752,18 kVAr | 2.752,94 kW | 894,49 kVAr | -919,61 kVAr |

| AC Efficiency at POC (DC Cables + Inverter + Transformer + AC Cables) | 96% |
|---|---|

Note: This efficiency is the most common in base to our experience. The real one on each project depends on the final layout (lengths of the AC and DC cables). BATTERY EFFICIENCY AND AUXILIARY CONSUMPTIONS ARE EXCLUDED.

| ACTIVE AND REACTIVE CAPABILITIES OF THE BESS AT POINT OF COMMON COUPLING | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P | Q cap | Q ind | P | Q cap | Q ind |
| Cos Phi | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Degrees | 0 | 90 | 270 | 18,77 | 18,77 | 341,23 |
| Vnet+10,00% | 6.694,43 kW | 7.104,56 kVAr | -6.702,17 kVAr | 6.454,20 kW | 2.038,16 kVAr | -2.334,66 kVAr |
| Vnet | 6.068,84 kW | 6.420,55 kVAr | -6.131,02 kVAr | 5.842,44 kW | 1.839,38 kVAr | -2.136,90 kVAr |
| Vnet-10,00% | 5.643,01 kW | 5.741,92 kVAr | -5.554,50 kVAr | 5.232,05 kW | 1.641,04 kVAr | -1.938,51 kVAr |

## 5. PRICES

| INGECON SUN STORAGE FSK<br>Double Inverter | Units | Price |
|---|---|---|
| **INGECON SUN STORAGE 3824TL C600**<br>The supply includes:<br>• Up to 24 pairs of DC fuses (DC fuses not included)<br>• INGECON SUN STORAGE Power, C Series family BESS central inverter<br>• Maximum DC Voltage: 1500 V<br>• Maximum AC Power: 2783,40 kVA @35ºC<br>• Regulation: IEC standards<br>• Rated AC Voltage: 600 Vac<br>• Grid code considered: CE - SPAIN - RD1699/2011 + PO 12.2<br>• AC and DC surge arresters: No RVDC - Type I+II RVAC<br>• AC and DC precharge kit<br>• Communications: Ethernet<br>• Reactive Power at night included in each inverter<br><br>**Additional accessories included:**<br>• Insulation Monitoring Relay (Bender or equivalent)<br>• 2CTs/VTs for AC metering | 2 | 478.352,92 € |
| **INGECON SUN STORAGE 6650 FSK C series**<br>Includes:<br>• 6.65 kVA 15kV Power Losses: ECO Tier 2 (for the European Union)<br>• MV RMU 2L1C 24 kV up to 20kA 1s<br>• Breaker motorization<br>• Auxiliary Transformer OUTDOOR 30 kVA Dyn11 IP54<br>• Communications panel:<br>- Remote controller I/O: RTU – Beckhoff<br>- Switch Ethernet – fiber (with 2xRJ45 ports for client use)<br>- 2 x patch panel OF SC Multi mode<br>• 24V UPS for comms with 3 hours autonomy<br>• Oil retention tank included in the MVT<br>• Foundation anchoring screw set<br>• Standard UPS 3000VA 15min<br>• Key Interlock between RMUs<br>• Motorization of the circuit breaker for transformer position | 1 | |
| **TOTAL FCA Sesma, Spain** | **478.352,92 €** | |

| INGECON SUN DC-DC 430 | Units | Price |
|---|---|---|
| **INGECON SUN STORAGE 430 DC-DC**<br><br>• Bi-directional buck-boost converter directed at standalone or PV-coupled 1,500 V battery energy storage systems<br>• Type II surge arresters<br>• Insulation failure monitoring.<br>• Overheat protection<br>• High protection degree IP65 / NEMA 3R | 18 | 153.556,36 € |
| **TOTAL FCA Sesma, Spain** | **153.556,36 €** | |

| ENGINEERING & PROJECT MANAGEMENT | Units | Price |
|---|---|---|
| • Project manager<br>• Engineering | 1 | 54.574,86 € |
| **CONTROL** | **Units** | **Price** |
| • Power Plant Controller - EMS -: AAC<br>• Switch - Firewall<br>• P.O.C. meter device (ONLY THE METTER, CUSTOMER SHALL PROVIDE CT AND VTs)<br>• BESS control cabinet: To be integrated by third party in the plant building<br>• PC for Plant Scada, including S.O. and general SW licenses<br>• HMI License<br>• Data recorder license<br>• Configuration (IC3 + HMI): 1,5 month-person<br><br>**(Only applicable to Ingeteam scope of Supply)** | 1 | 110.223,00 € |
| **SERVICES (Estimation)** | **Units** | **Price** |
| • FAT with Customer<br>• Power Converter and Station commissioning<br>• SAT & Control commissioning<br>• Training for plant operation | 1 | 45.876,00 € |

**Price Summary**

| Description | Unit price | Units | Total Price |
|---|---|---|---|
| INGECON SUN STORAGE FSK - Double Inverter - 6650 kVA | 478.352,92 € | 1 | 478.352,92 € |
| INGECON SUN DC-DC 430 | 153.556,36 € | 1 | 153.556,36 € |
| ENGINEERING & PROJECT MANAGEMENT | 54.574,86 € | 1 | 54.574,86 € |
| CONTROL | 110.223,00 € | 1 | 110.223,00 € |
| SERVICES (Estimation) | 45.876,00 € | 1 | 45.876,00 € |
| **TOTAL PRICE FOR THE PROJECT FCA Sesma, Spain** | | | **842.583,14 €** |

**Optional accessories for the whole plant:**

| | |
|---|---|
| Visible Break Window | 600,00 € |
| Homopolar CT | 525,00 € |
| Double Terminal for input/output wiring of the line position | 375,00 € |
| Fire extinguisher + Rescue panoplies | 1.200,00 € |
| Fire extinguisher | 570,00 € |
| Premium UPS 3000VA, 60min | 10.690,00 € |
| Gland Plate for DC inverter entrance (Per inverter) | 960,00 € |
| MV Surge Arresters | 3.000,00 € |
| Training O&M onsite | Included |
| Recommended spare parts for the inverters | TBD |
| Recommended spare parts for the MV | TBD |
| Recommended spare parts for the Control | TBD |
| Transport for spare parts (Mandatory if spare parts are purchased) | TBD |

**(*) NOTE: UNIT PRICES, VAT EXCLUDED (IF APPLICABLE)**.

The price is only valid for the quantities quoted and for those orders received within the period of validity of this present quote. We reserve the right to amend the prices if the order is restricted to just part of the items quoted herein. Any material or work not specified herein, or any Customer requested modification or improvement in the Equipment or service offered, must be requested in writing and shall be charged separately at the price indicated by INGETEAM. The price is net and only includes those concepts indicated in the quote and shall in no event includes any taxes, charges or costs levied on the supply, with no possibility of deductions.

Any accessories, supplies and services not mentioned in the Scope of Supply are expressly excluded from the price, in particular:

1. Unloading on-site.
2. Cables and cabling outside the inverters and cabinets supplied.
3. Interconnections of the supplies with external items.
4. Civil works, cabinets, foundation base plates, etc.
5. Installation of the inverter stations at their final site.
6. After-sales field service (unless expressly included in the scope of supply).
7. UPS (unless expressly included in the scope of supply).
8. DC fuses (unless expressly included in the scope of supply).
9. Power Plant Controller (unless expressly included in the scope of supply).
10. Spare parts (unless expressly included in the scope of supply).
11. Fire extinguisher (unless expressly included in the scope of supply).
12. Security panoplies (unless expressly included in the scope of supply).
13. Telecommunications and internet access
14. CTs and VTs for meter devices outside of INGETEAM´s power stations.

## 6. VALIDITY OF THE OFFER

This offer shall be valid for 15 days and shall expire automatically unless the client submits an order according to its terms within such period of time.

## 7. PAYMENT TERMS

Subject to further discussion between **INGETEAM** and **Coagener**.

Payment method: TBD

Payment conditions: TBD

These conditions may vary based on the credit granted by our credit insurer.

Payment will be due to Supplier according to the following schedule:

- 30% of the total purchase price through bank transfer is due within 5 days upon placement of Order and receipt by Customer of acceptable written acknowledgment from Seller.
- 5% through bank transfer NET 30 days after Detailed Engineering is completed
- 50% through bank transfer NET 30 days upon routine test finalization (FAT) of each independent batch upon provision of the documented testing checklist
- 10% of purchase price of each Product, NET 30 days through bank transfer, upon readiness for delivery (presenting Convention relative au contract de transport international de Merchandise par Route – Waybill CMR document) FCA (Pamplona, Spain) of that individual Product.
- 5% of purchase price of each Product, through bank transfer NET 30 days upon Customer’s acceptance and commissioning of each Product.

The Parties agree that should successful acceptance and commissioning of the Product not occur within sixty (60) calendar days after Delivery Date, through no fault of Supplier, the final 5% payment for Product shall then become due.

***Not applicable to Battery supply.**

## 8. DELIVERY LEADTIME

Damages may not be claimed for delays caused by the requested modifications.

Estimated Delivery Schedule for the Power Station (TBD) incoterm 2020, (Sesma Ingeteam Facilities - Spain) deliveries minimum around 40 weeks from the PO for the first units.

Customer shall comply with his obligation to provide information and documents on time, in accordance with the specific schedule established. If the Client requests modifications to the Project, which will affect the supply before or during its production, the changes must be agreed between both parties.

In case of delay in delivery within the date of delivery specified in the contract due to reasons attributable to our responsibility, if explicitly agreed so the Client might be entitled to liquidated damages, which are considered as sole and exclusive remedy and Client shall not be entitled to claim any further, actual or additional damages on account of late delivery. Such liquidated damages shall never exceed five percent (5%) of the contract price of the goods involved in the delay. Liquidated damages or penalty claims for late delivery are time barred after four months from delivery of the Supply concerned. Client shall not be entitled to apply penalties if client has not duly fulfilled all his contractual obligations of payment and procurement of sufficient information on time.

## 9. DELIVERY TERMS

Incoterm: TBD

Ship to: TBD

Packaging, special transport, unloading, assembly and commissioning of equipment is not included in the sale Price, unless expressly stated in the offer. Taking project size and weight into account, the Client must ensure at all times that good and constant access by suitable roads is available to the specified delivery location. If the Client fails to do so, delivery shall be deemed to have taken place at the moment INGETEAM declares the equipment's disposability, and the Client shall have to afford any and all necessary measures to ensure the equipment reaches its final destination. Irrespective of which INCOTERMS are chosen as applicable, unloading at site is never part of the scope of supply.

## 10. COMMISSIONING

Commissioning is quoted based on the condition that it will be performed without interruption during a single trip. The site shall be required to be fully ready in advance of scheduling the commissioning and according to the commissioning precedent conditions previously agreed with Ingeteam. If any additional commissioning period is needed for reasons not attributable to INGETEAM, it will be quoted on a separate form. Likewise, if additional trips to the PV plant are needed or if additional days must be scheduled for commissioning, the price shall be agreed upon by both parties in advance. INGETEAM must be notified of the commissioning date at least 14 days in advance from the target date.

## 11. TECHNICAL DOCUMENTATION

The following documents will be provided along with the equipment.

- Datasheets
- Installation Manuals
- Standard Warranty Certificate

## 12. WARRANTY

Warranty conditions are according to **ANNEX** of this offer. If another type of warranty or after-sales Service is desired, please consult INGETEAM.

## 13. LIMITATION OF LIABILITY

INGETEAM will hold the Client and third parties harmless from damages resulting directly from malfunction or defects of the goods supplied, from the infringement of our contractual obligations, or from our acts or omissions or our personnel or subcontractors, up to a maximum aggregate liability cap or amount payable for all claims of any kind, whether based on contract, indemnity, warranty, tort (including negligence), strict liability or otherwise and damages (including liquidated damages and remedial warranty efforts such as repair or replacement) of fifty percent (50%) of the Purchase Price allocable to the goods or services which give rise to the claim. There exists no liability of any kind of INGETEAM for indirect, special or consequential damage or loss, including but not limited to loss of profits or revenues (lucrum cessans), loss of use of the Equipment, loss of production, cost of substitute equipment, facilities or services, downtime costs, third parties claims, cost of capital, or any other kind of financial loss.

The Client expressly acknowledges and accepts these limitations of liability which shall also apply towards his clients and third parties.

## 14. INDUSTRIAL AND INTELLECTUAL PROPERTY

All technical documents, ideas, creations, works, processes, designs and methods diagrams, solutions of INGETEAM and any related information and all documentation associated therewith (whether or not patentable, copyrightable or register as a mask work) to be rendered under this offer or under the performance of the Order or incorporated in the design or function of the equipment supplied shall always remain the exclusive property of INGETEAM and may neither be copied nor reproduced nor communicated to a third Party in any way whatever, nor used but for the complexion of the Order and operation and maintenance.

Any technology, design works, technical modifications, production and manufacturing processes, ideas, improvements, written procedures, innovations, calculation, production and manufacture know-how, protocols, manuals, quality standards and quality control procedures, etc. developed by INGETEAM for the performance of an Order shall under all circumstances remain the copyright of INGETEAM. No license is granted directly or by implication to the Client in order to use them or have them used by third parties without our previous written consent.

## 15. CANCELLATION

Unexpected events such as *force majeur*, change of financial conditions, changes in the contents of the provisions which considerably affect the work to be performed, etc, in addition to Customer non payments, give INGETEAM the right to totally or partially cancel the contract, simply by written notification with no obligation to pay compensation.

## 16. TRANSFER OF TITLE AND RISK

The object of the supply shall become the Customer's property once it has been fully paid, in accordance with the agreed terms.

The risk of loss or damage to the products shall be transferred to Customer upon delivery (Incoterms 2020).

## 17. APPLICABLE LEGAL JURISDICTION AND RESOLUTION OF DISPUTES

The Contract and its execution shall be governed by Spanish law. The 1980 Vienna Convention on Contracts for the International Sale of Goods shall not apply. All disputes arising in connection with the interpretation and enforcement of an order, a Contract or a legal relationship with the Client, which cannot be amicably resolved, will be decided by the Bilbao Court (Basque Country), to the exclusion of any other jurisdiction.

## 18. INGETEAM ENERGY GENERAL SUPPLY CONDITIONS

Any supply not covered in the presenting Offer will be provided in accordance with the INGETEAM's General Supply Conditions, which will act in a supplementary capacity and which can be found online at www.INGETEAM.com. The General Supply Conditions shall apply even when the order or the Client's General Purchasing Conditions are different.

## 19. OTHER CONTRACTUAL CONDITIONS (BESS)

OCCUPATIONAL RISK PREVENTION

In compliance with current regulations and Ingeteam-specific guidelines, as many measures as necessary shall be adopted to ensure effective management of occupational risk prevention. These measures shall be applied to risk assessment and risk prevention planning to help achieve these ends. Ingeteam will promote mutual collaboration on this matter with both the Client and, when relevant, other subcontracted companies and companies present at the work-site. For these purposes, while always taking into account the nature of the work, the Client must provide the information, collaboration and coordination needed to achieve both the proper compliance with current regulations and, as a priority, adequate management of this matter. In addition, and in case of non-compliance by any parties, each entity will respond individually for their possible omissions, under no circumstances avoiding or passing to Ingeteam, fines or indemnities which originate from non-compliance actions or omissions specific to the Client, all according to the established regulations related to occupational risk prevention.

## 20. ORDER ACCEPTANCE

The Order shall be subject to our written confirmation and will be binding from the moment that Ingeteam has dispatched to the Client it's acceptance as a Confirmation of Order, and down payment if agreed has been received.

We kindly ask you to consider any information contained in this document as confidential and not to disclose it to third parties without our prior written consent.

Trusting that the present quote is of interest to you and awaiting your reply, we remain,

## 21. ANNEXES

The following documents will be provided along with the equipment.

- GENERAL TERMS AND CONDITIONS OF SALE MAY 2020 V2.pdf
- Standard Warranty AAY2004ILA01_D.pdf
- Converter C Series IEC
  - Datasheet C series.pdf
  - User Manual.pdf
- FSK C Series
  - Datasheet FSK C Series.pdf
  - User Manual – PV – FSK C Series.pdf
- INGECON SUN STORAGE 430 DC-DC
  - Datasheet 430 DC-DC (preliminary).pdf

Signed: John Llivi

BESS SALES DEPARTMENT
Ingeteam Power Technology, S.A.

Zamudio, 25/09/23

# Anexo 3. Datasheet ISS 3Power C Series 1500V

# INGECON SUN STORAGE

3Power C Series
1,500 Vdc

## THREE-PHASE TRANSFORMERLESS BATTERY INVERTER WITH AN EXTRA THERMAL STABILITY AND A GREATER POWER DENSITY

## Up to 3.66 MVA at 1,500 V

The INGECON® SUN STORAGE 3Power C Series is a three-phase bidirectional battery inverter that can be used in grid-connected and stand-alone systems. This one-of-a-kind battery inverter achieves a market-leading power density of 470 kW/m$^3$, as it provides up to 3,660 kVA in just one power stack.

**Latest generation electronics**

The INGECON® SUN STORAGE 3Power C Series battery inverter features an innovative control unit that performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor.

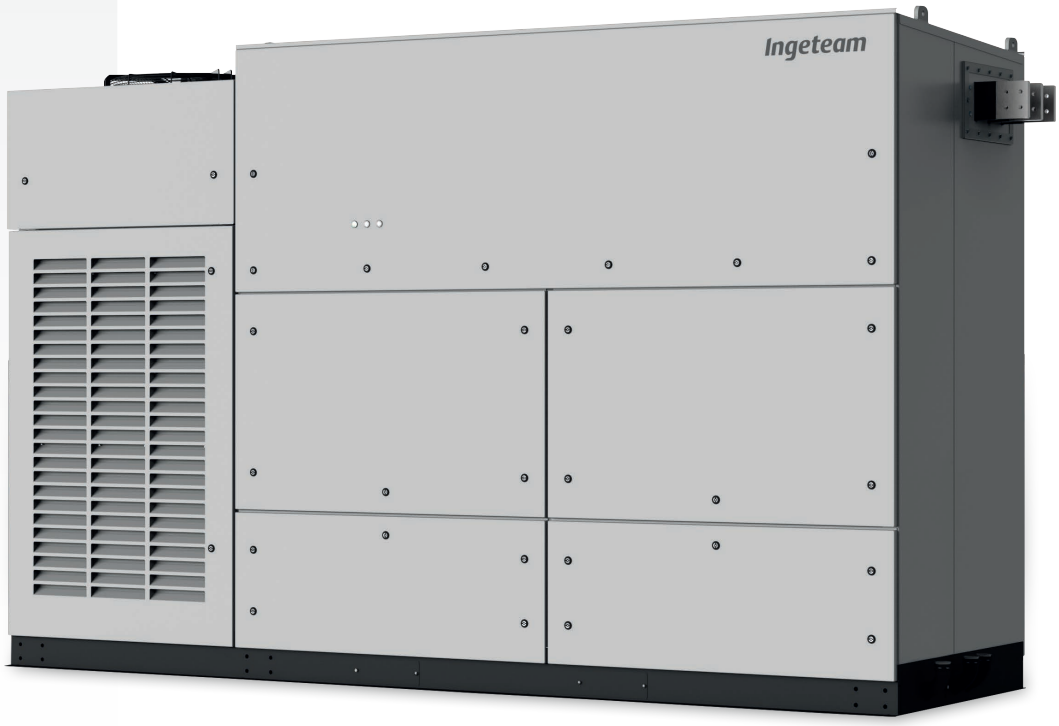
**Liquid Cooling System (LCS)**

Ingeteam has already supplied +52 GW of liquid-cooled wind power converters worldwide. It offers a greater thermal stability and a more optimized component usage. The LCS has been designed to refrigerate the IGBTs, the power phases and the IP65 compartment. It features less moving components, so it consumes a lower amount of power and it requires less maintenance works.

The LCS is a closed circuit supplied totally filled and purged, equipped with fast connectors with an anti-dripping system, so it offers zero risk of particle entrance. It has been designed to avoid siphons in order to easily purge it if necessary. The coolant used is a biodegradable glycol water mixture. There is no need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

**IP65 protection**

A secondary liquid cooling system is used to refrigerate the air inside the IP65-protected compartment. A water-air heat exchanger is used for that. This compartment contains the power and control electronics, the DC fuses, the DC and AC protections, the busbars and the power phases.




www.ingeteam.com
bess.energy@ingeteam.com

Ingeteam

Power converter stands both, grid-following and grid forming operating modes:

**Real power related functionalities**

- Renewable resources integration:
  - Ramp limits.
  - Power smoothing / firming / curtailment.
  - Time shifting.
  - Micro grids.
- Grid support / Ancillary services:
  - Frequency regulation.
  - Synthetic inertia.
  - Black start.
  - Frequency control / protection.
  - Virtual "Synchronous Machine".
- Investment deferral:
  - Peak shaving.
  - Load shifting / Load following.
  - Real power response improvement of conventional power plants.
- Power efficiency:
  - Time shifting.
  - Price arbitrage.
  - Real power response improvement of conventional power plants.
  - Peak shaving.
- Safety and quality:
  - "Un-interruptible" Power.
  - Grid code compliance.
  - Transmission congestion relief / Power quality - reliability.

**Reactive power related functionalities**

- Voltage control (Q/V).
- Voltage control / protection.
- Fixed power factor (QPF).
- Fixed reactive power output (Qref).
- Limitation of response of Reactive Power.

**Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.**

PROTECTIONS

- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 24 pairs of fuse-holders.
- Lightning induced DC and AC surge arresters, type II.
- Motorized DC switch.
- Motorized AC circuit breaker.
- Hardware protection via firmware.
- Additional protection for the power stack, liquid cooled, IP65 rated and air cooled by a closed loop.

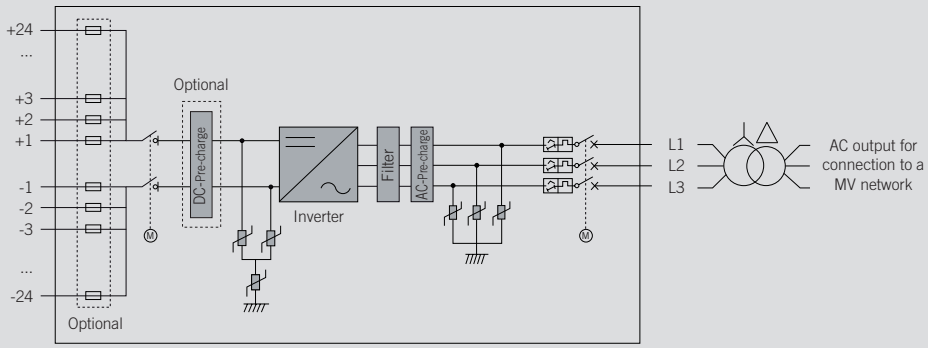
OPTIONAL ACCESSORIES

- Heating kit, for operating at an ambient temperature of down to -30 ºC.
- DC surge arresters type I+II.
- AC surge arresters type I+II.
- DC fuses.
- Monitoring of the DC currents.
- Grounding kit.

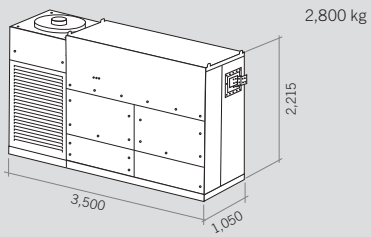
LIQUID COOLING SYSTEM

- LCS to refrigerate the IGBTs.
- More optimized component usage: greater thermal stability.
- Less moving components: lower power consumption and less maintenance works.
- No risk of particle entrance.
- Anti-corrosion protection with stainless steel components
- LCS is used in many industries. Thus, it is very reliable, as its components are subject to many validation tests.
- Fast connectors with anti-dripping system
- Biodegradable glycol water mixture.
- No need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

**INGECON® SUN STORAGE 3660TL**




**Size and weight** (mm and kg)



| | INGECON® SUN STORAGE **3660TL** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **C366** | **C450** | **C578** | **C600** | **C630** | **C645** | **C660** |
| **Input (DC)** | | | | | | | |
| Battery voltage range for off-grid mode | 530 - 1,300 V | 646 - 1,300 V | 823 - 1,300 V | 853 - 1,300 V | 895 - 1,300 V | 916 - 1,300 V | 937 - 1,300 V |
| Battery voltage for grid-tied mode[1] | 579 - 1,300 V | 707 - 1,300 V | 902 - 1,300 V | 936 - 1,300 V | 982 - 1,300 V | 1,005 - 1,300 V | 1,028 - 1,300 V |
| Maximum voltage | 1,500 V | | | | | | |
| Maximum current | 3,850 A | | | | | | |
| Nº inputs with fuse-holders | Up to 24 | | | | | | |
| Fuse dimensions | Up to 63 A / 1,500 V / aR / 100 kA (L/R 5mS) (optional) | | | | | | |
| Type of connection | Connection to copper bars | | | | | | |
| Power blocks | 1 | | | | | | |
| **Input protections** | | | | | | | |
| Overvoltage protections | Type II surge arresters (type I+II optional) | | | | | | |
| DC switch | Motorized DC load break disconnect | | | | | | |
| Other protections | Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton | | | | | | |
| **Output (AC)** | | | | | | | |
| Power @35 °C / @50 °C | 2,028.6 kVA / 1,743.3 kVA | 2,494.2 kVA / 2,143.4 kVA | 3,203.7 kVA / 2,753.1 kVA | 3,325.6 kVA / 2,857.9 kVA | 3,491.9 kVA / 3,000.8 kVA | 3,575 kVA / 3,072.2 kVA | 3,658.1 kVA / 3,143.7 kVA |
| Current @35 °C / @50 °C | 3,200 A / 2,750 A | | | | | | |
| Rated voltage[2] | 366 V IT System | 450 V IT System | 578 V IT System | 600 V IT System | 630 V IT System | 645 V IT System | 660 V IT System |
| Frequency | 50 / 60 Hz | | | | | | |
| Power Factor[3] | 1 | | | | | | |
| Power Factor adjustable | Yes, 0 - 1 (leading / lagging) | | | | | | |
| THD (Total Harmonic Distortion)[4] | <3% | | | | | | |
| **Output protections** | | | | | | | |
| Overvoltage protections | Type II surge arresters (type I+II optional) | | | | | | |
| AC breaker | Motorized AC circuit breaker | | | | | | |
| Anti-islanding protection | Yes, with automatic disconnection | | | | | | |
| Other protections | AC short-circuits and overloads | | | | | | |
| **Features** | | | | | | | |
| Operating efficiency | 98.9% | | | | | | |
| CEC | 98.5% | | | | | | |
| Max. consumption aux. services | 7,600 W | | | | | | |
| Stand-by or night consumption[5] | < 180 W | | | | | | |
| Average power consumption per day | 2,500 W | | | | | | |
| **General Information** | | | | | | | |
| Ambient temperature | -20 °C to +65 °C | | | | | | |
| Relative humidity (non-condensing) | 0-100% (Outdoor) | | | | | | |
| Protection class | IP65[6] | | | | | | |
| Corrosion protection | External corrosion protection | | | | | | |
| Maximum altitude | 4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's BESS sales department) | | | | | | |
| Cooling system | Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz) | | | | | | |
| Air flow range | 0 - 18,000 m³/h | | | | | | |
| Average air flow | 12,000 m³/h | | | | | | |
| Acoustic emission (100% / 50% load) | <57 dB(A) at 10m / <49.7 dB(A) at 10m | | | | | | |
| Marking | CE | | | | | | |
| EMC and security standards | IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100 | | | | | | |
| Grid connection standards | IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, CEI 0-16, NTS Spain, VDE-AR-N 4120, VDE-AR-N 4110, , Arrêté du 9 juin 2020, Terna A68), G99, South African Grid Code, Mexican Grid code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid Code, IEC61727, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai), Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code | | | | | | |

**Notes:** [1] Minimum voltage DC (VDC, min) for Vgrid,max = 1.1 p.u. and Power Factor=1. If Vgrid,max is higher than this value, the minimum voltage should be corrected as VDC, min * Vgrid,max / 1.1. For other DC voltage ranges, please contact Ingeteam's BESS sales department [2] Other AC voltages and powers available upon request [3] For $P_{out}$>25% of the rated power [4] For $P_{out}$>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 [5] Consumption from Battery [6] Except for the LC filter and the air-water heat exchanger, that are IP54.

CE

Ingeteam


**Ingeteam Power Technology, S.A.**
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: bess.energy@ingeteam.com

**Ingeteam S.r.l.**
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

**Ingeteam SAS**
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - France
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

**Ingeteam INC.**
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

**Ingeteam, a.s.**
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
Czech Republic
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

**Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.**
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - P.R. China
Tel.. +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

**Ingeteam, S.A. de C.V.**
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - Mexico
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

**Ingeteam Ltda.**
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brazil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

**Ingeteam Pty Ltd.**
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - South Africa
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

**Ingeteam SpA**
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

**Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.**
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

**Ingeteam Sp. z o.o.**
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Poland
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

**Ingeteam Australia Pty Ltd.**
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

**Ingeteam Panama S.A.**
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panama
Tel.: +50 761 329 467

**Ingeteam Service S.R.L.**
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Romania
Tel.: +40 728 993 202

**Ingeteam Philippines Inc.**
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Philippines
Tel.: +63 0917 677 6039

**Ingeteam Power Technology, S.A.**
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
United Arab Emirates
Tel.: +971 50 125 8244

**Ingeteam Vietnam Ltd.**
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

**Ingeteam Uruguay, S.A.**
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064





Ref: TF-04-IPT_BESS-01_C DATA SUBJECT TO CHANGE

# Anexo 4. Carta de Funcionalidades del Inversor

**Zamudio 15 de febrero 2023**

*INGETEAM POWER TECHNOLOGY, fabricante y suministrador del convertidor de potencia INGECON SUN STORAGE 3POWER C series 1500V para la convocatoria de ayudas a proyectos de almacenamiento convocadas por el IDAE, certifica las siguientes prestaciones técnicas del citado equipo:*

*Emulación de inercia:*

*El equipo tiene la capacidad de implementar algoritmos de emulación de inercia sintética de forma autónoma o bien recibir y seguir consignas para ello provenientes del sistema de control de planta (PPC o EMS), actuando en consecuencia (inyectando o absorbiendo potencia) ante desviaciones de frecuencia de red.*

*Regulación primaria y regulación primaria rápida:*
*El equipo tiene la capacidad de implementar algoritmos de regulación primaria y regulación primaria rápida de forma autónoma o bien recibir y seguir consignas para ello provenientes del sistema de control de planta (PPC o EMS), actuando en consecuencia (inyectando o absorbiendo potencia) ante desviaciones de frecuencia de red.*

*Capacidad de reactiva:*
*El equipo tiene la capacidad de inyectar y absorber potencia activa y reactiva (inductiva y capacitiva) en los cuatro cuadrantes.*

*Amortiguamiento de oscilaciones:*
*El equipo tiene la capacidad de implementar algoritmos de amortiguamiento de oscilaciones POD-P y POD-Q (Power Oscillation Damping) de forma autónoma o bien recibir y seguir consignas para ello provenientes del sistema de control de planta (PPC o EMS).*

*Capacidad de soportar huecos de tensión y sobretensiones:*
*El equipo tiene la capacidad de permanecer sin desconexión en situaciones de huecos de tensión y sobretensiones por encima de los valores mínimos requeridos según la normativa vigente, en particular el Reglamento (UE) 2016/631 y en la Orden TED/749/2020.*
*En concreto, el equipo es capaz de soportar sin desconexión huecos de tensión hasta V = 0,8 pu de forma permanente y hasta V = 0 pu durante 2 segundos.*
*En concreto, el equipo es capaz de soportar sin desconexión sobretensiones de tensión hasta V = 1,25 pu durante 5 segundos, hasta V = 1,3 pu durante 1 segundo y hasta V = 1,35 pu durante 0,3 segundos.*

*Regulación secundaria:*
*El equipo tiene la capacidad de recibir y seguir consignas del mercado de regulación secundaria provenientes del sistema de control de planta (PPC o EMS), típicamente cada 4 segundos y en ambos sentidos (absorbiendo y*



**Ingeteam**

Parque Tecnológico de Bizkaia-Edificio 110 -Zamudio – 48170. Bizkaia
Tel. +34 94 403 96 00 Fax +34 94 403 93 45

www.ingeteam.com

*cediendo potencia), con un tiempo de activación menor a 0,3 segundos y un tiempo de establecimiento de la consigna menor a 1 segundo.*

*Gestión de rampas:*
*El equipo tiene la capacidad de implementar un control continuo de gestión de rampas en caso de ser requerido.*

*Velocidad máxima de carga/descarga:*
*El equipo presenta una capacidad de respuesta ante cambios de consigna de carga y descarga de 1pu/s*

*Velocidad de conmutación entre carga y descarga:*
*El equipo presenta un tiempo de cambio entre consignas de carga y de descarga (y viceversa) menor a 1 segundo.*

*Gestión en la modificación al programa de carga y descarga:*
*El equipo tiene la capacidad de recibir y seguir consignas de potencia de forma continua desde 0 (sin mínimo técnico) hasta plena potencia, tanto en carga como en descarga.*

*Capacidad de respuesta ante contingencias de la red de transporte:*
*El equipo tiene la capacidad de recibir y seguir consignas de potencia ante contingencias de la red de transporte provenientes del Operador del Sistema en tiempo real a través del sistema de control de planta (PPC/EMS).*

*Black start:*
*El equipo implementa el modo de funcionamiento grid forming, a partir del cual es capaz de generar red trifásica desde cero como fuente de tensión y abastecer cargas hasta la potencia nominal del sistema. Para ello deberá disponerse de una UPS que alimente los servicios auxiliares de forma previa al arranque en este modo, en caso de que la red eléctrica general haya caído (blackout). El tiempo de funcionamiento de este modo dependerá del estado de carga de las baterías y del consumo de las cargas a abastecer.*

**Luis Manuel Sáiz**
Commercial, BES Systems
Solar PV, BESS & Green H2

+34 647 46 96 89

# Anexo 5. Advanced Grid Support Functionalities

Ingeteam

*READY FOR YOUR CHALLENGES*

**www.ingeteam.com**

# ADVANCED GRID SUPPORT

## Index

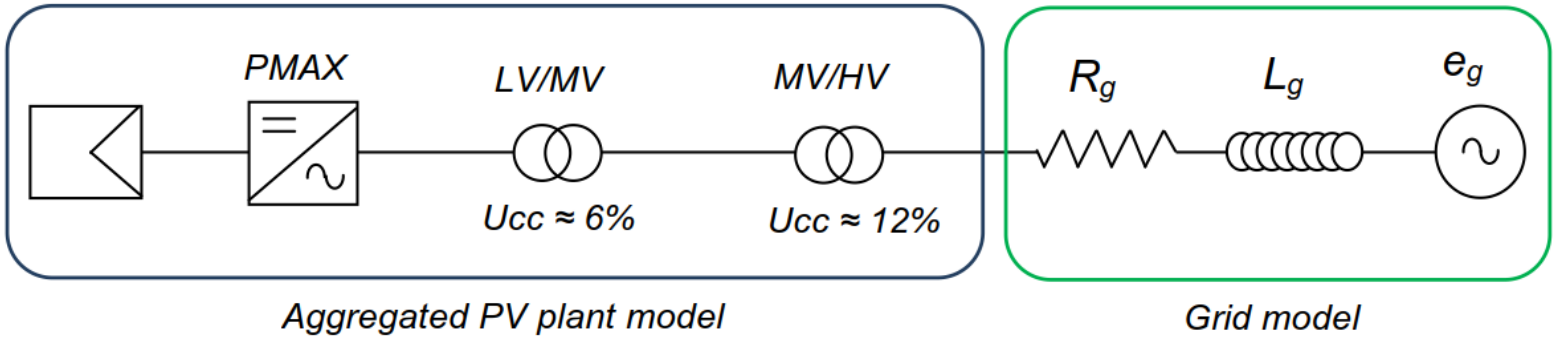
- Minimum SCR for stable and reliable operation
- LVRT / HVRT control modes
- Fast Frequency Regulation (FFR)
- Automatic Voltage Regulation (AVR)
- Voltage Droop Control (VDC)
- Voltage Oscillation Damping
- PV inverter + Storage hybridization
- Grid following & Grid forming
- Black Start Capability
- Precise inverter & PPC modelling for grid impact studies

# MINIMUM SCR FOR STABLE OPERATION

Ingeteam guarantees full compliance with an SCR of 1.428 at the inverter's terminals (normally 1.923 at the Point of Connection).

$$S_{eq} = \sqrt{3} \cdot U_{nom} \cdot I_{eq}$$

$$S_{cc} = \frac{U_{nom}^2}{Z_{cc}}$$



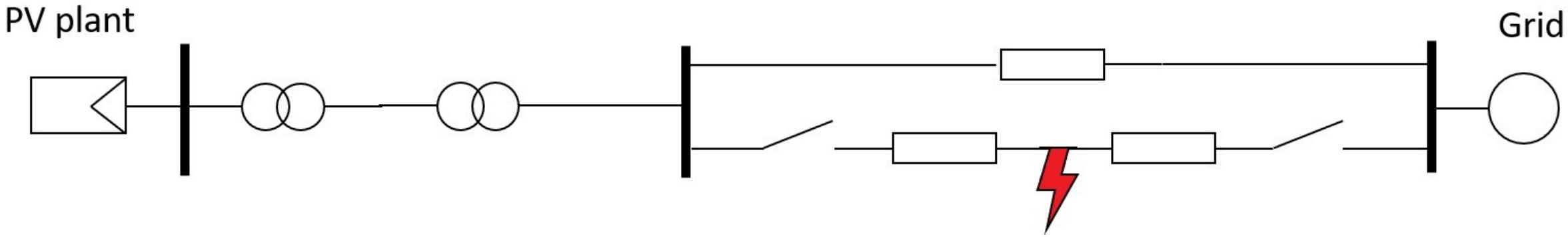

$$\text{SCR} = \frac{S_{cc}}{S_{eq}}$$

$$\text{Xrr} = \frac{X_{cc}}{R_{cc}}$$

# LVRT / HVRT CONTROL MODES

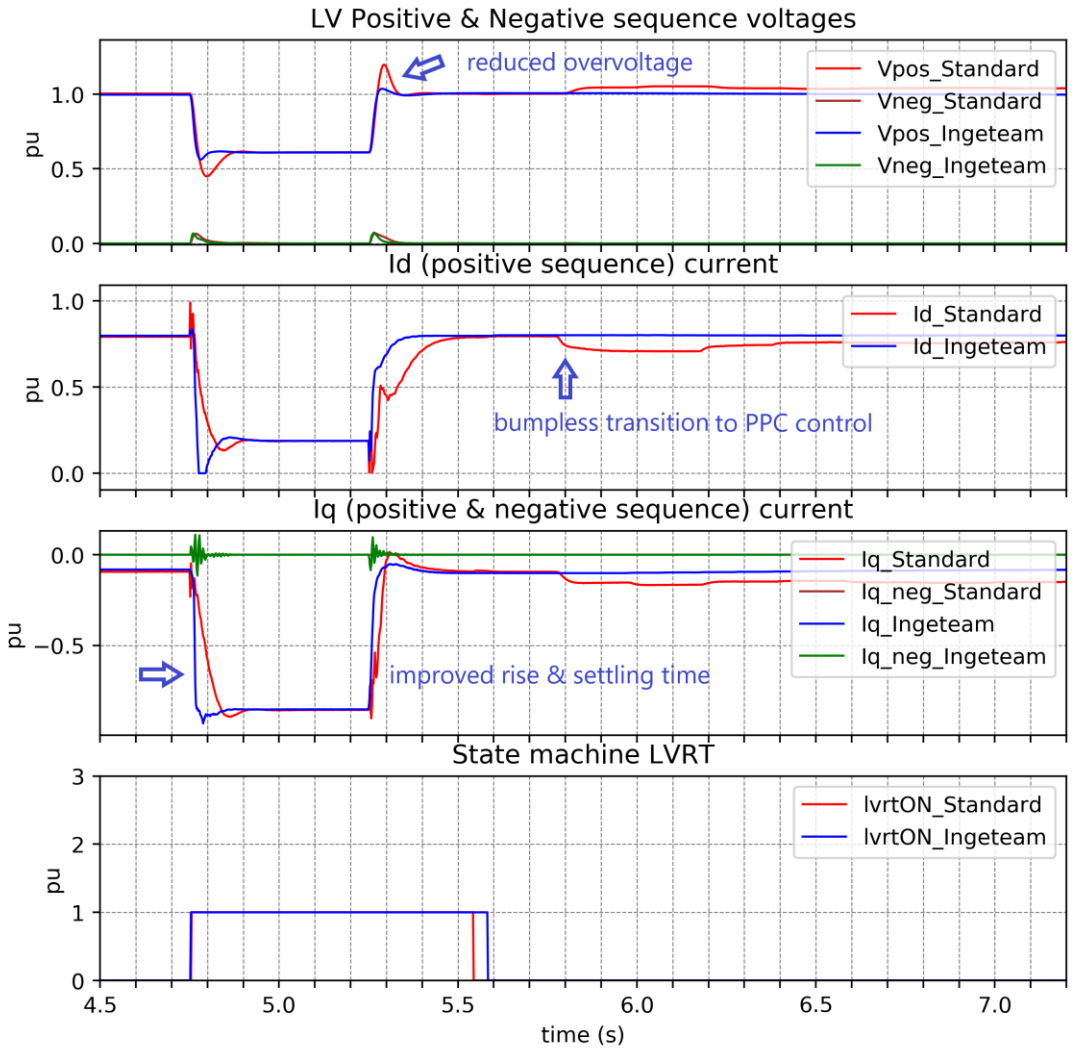
Ingeteam inverters support the grid with reactive power during voltage dips and overvoltage events.

- Rise time < 40ms, Settling time < 70ms for every fault condition down to SCR = 1.428.
- Recovery to previous voltage and previous active power in less than 100ms.
- Overvoltage cancellation at fault recovery.
- Inverse sequence injection if required.
- Coordination with PPC to avoid undesired wind-up at fault recovery (bumpless transition).

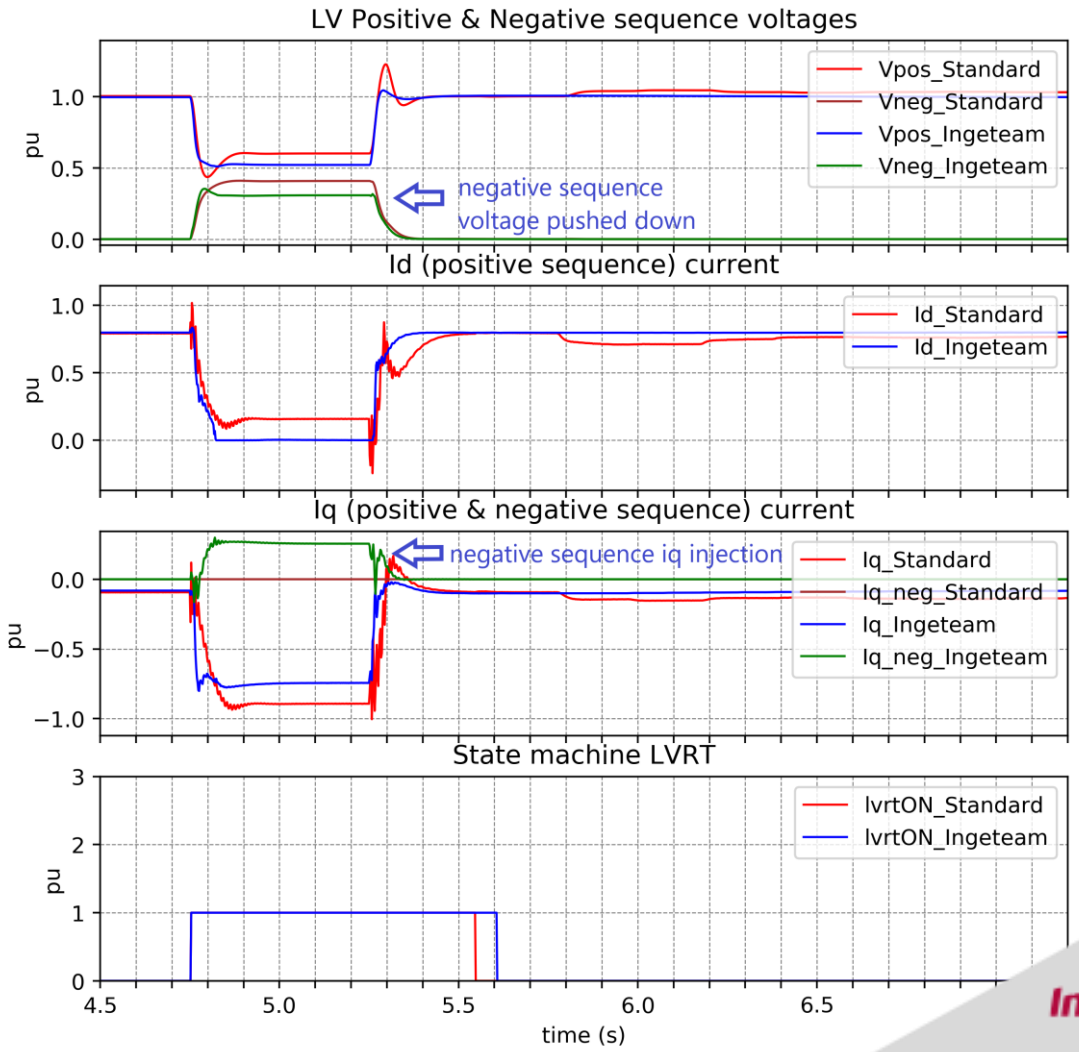


# LVRT / HVRT CONTROL MODES

*Three phase to ground fault*

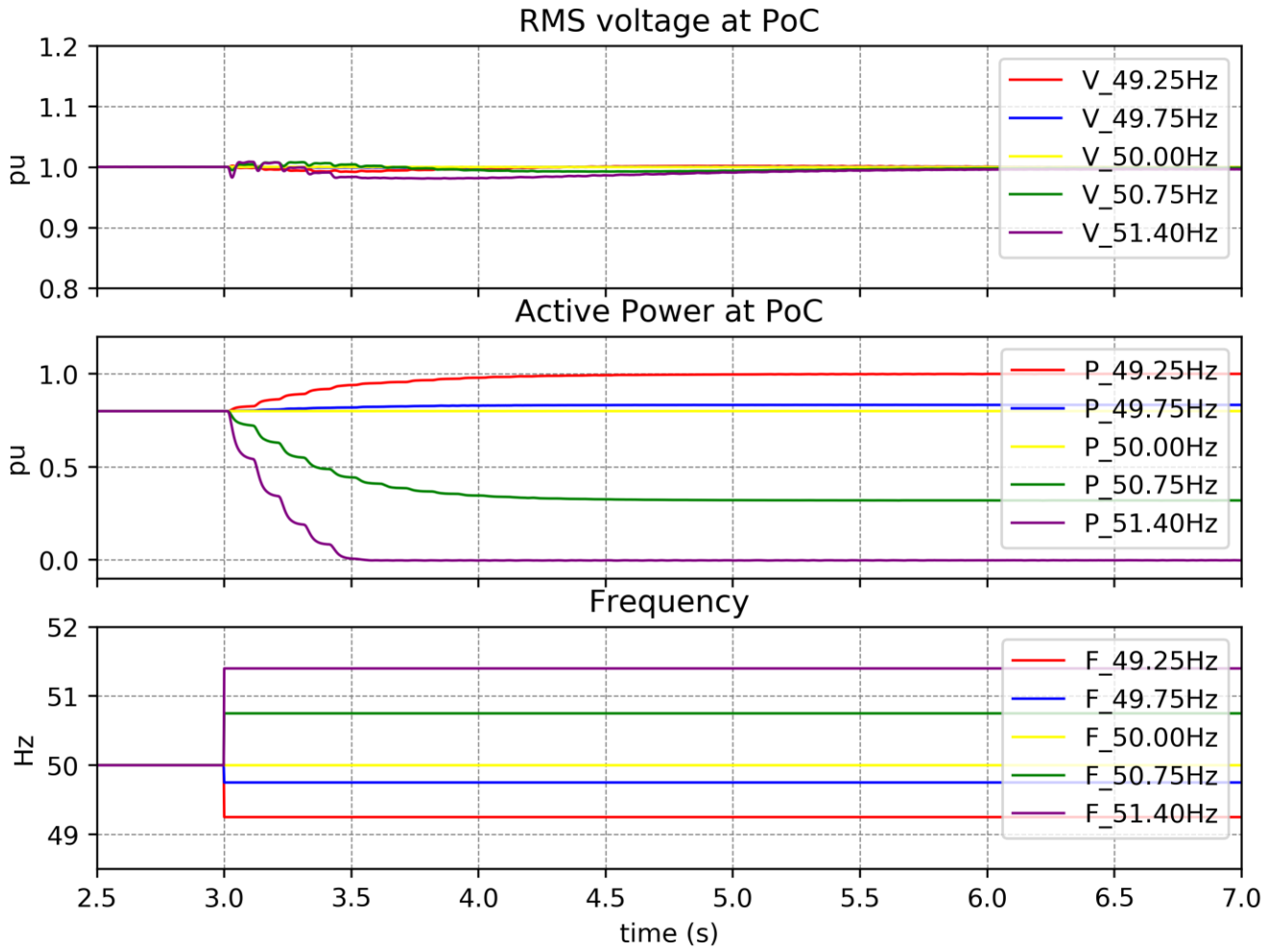


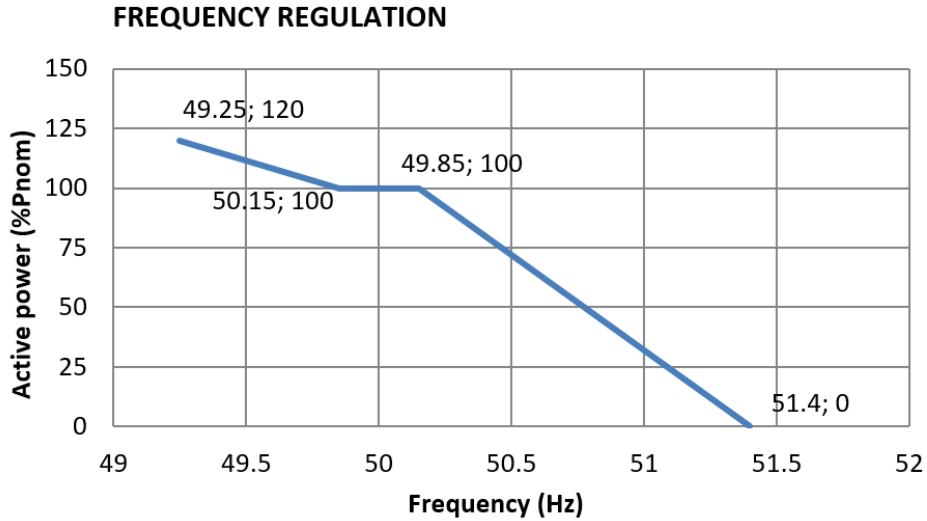

*Two phase to ground fault*



# FAST FREQUENCY REGULATION

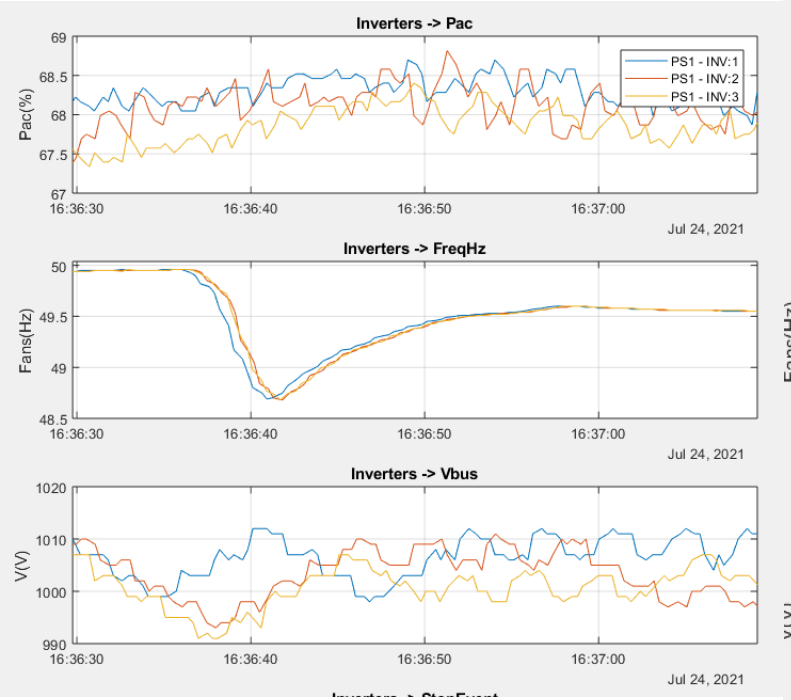
Ingeteam inverters & power plant controller (PPC) are able to increase/decrease the injected active power in order to mitigate transient high/low frequency deviations.

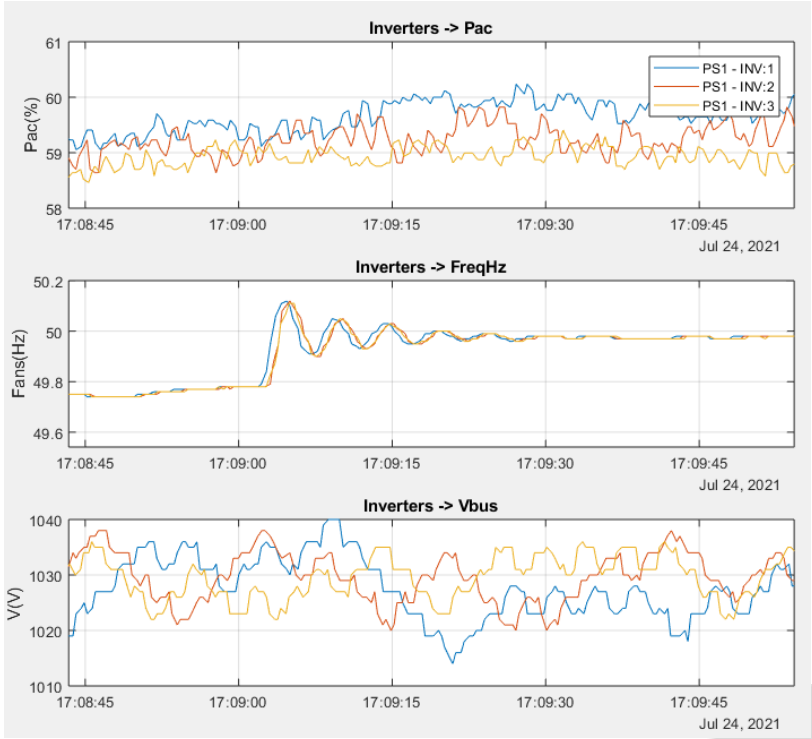


# ROCOF SUPPORT CAPABILITY

Ingeteam inverters & power plant controller (PPC) are able to support high Rate of Change of Frequency (ROCOF) without disconnection or power injection discontinuity.

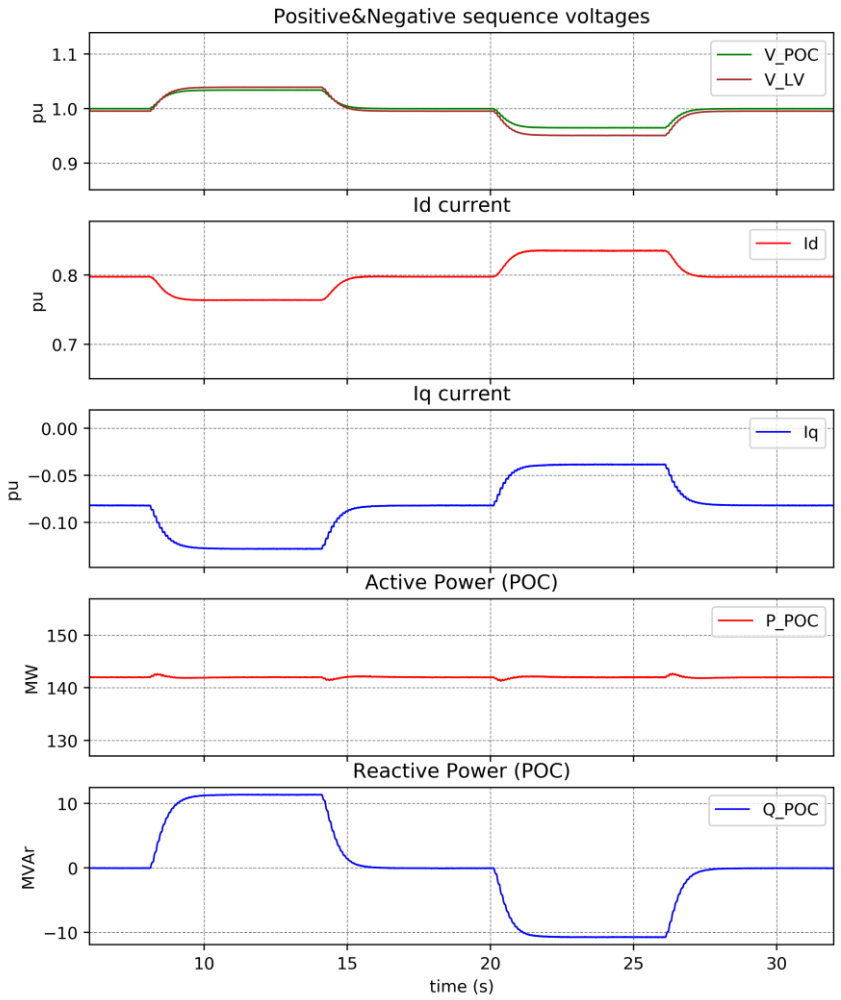


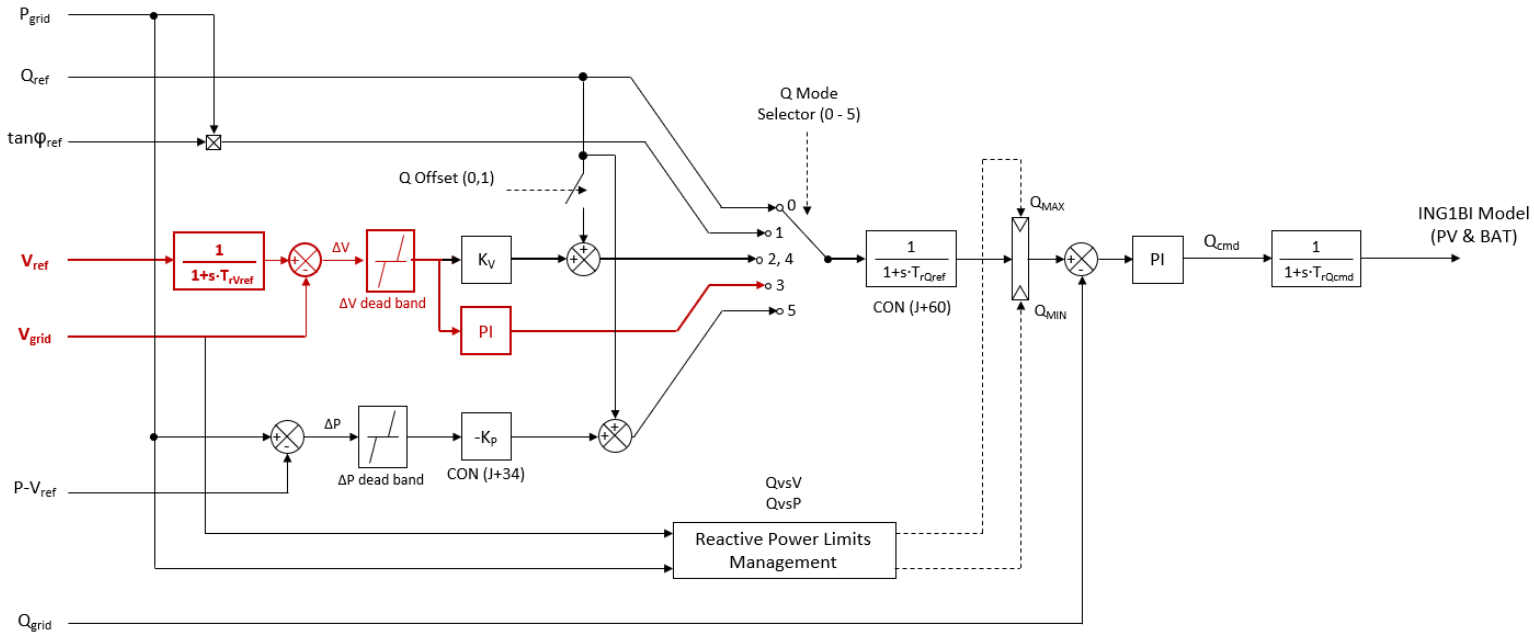



Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION

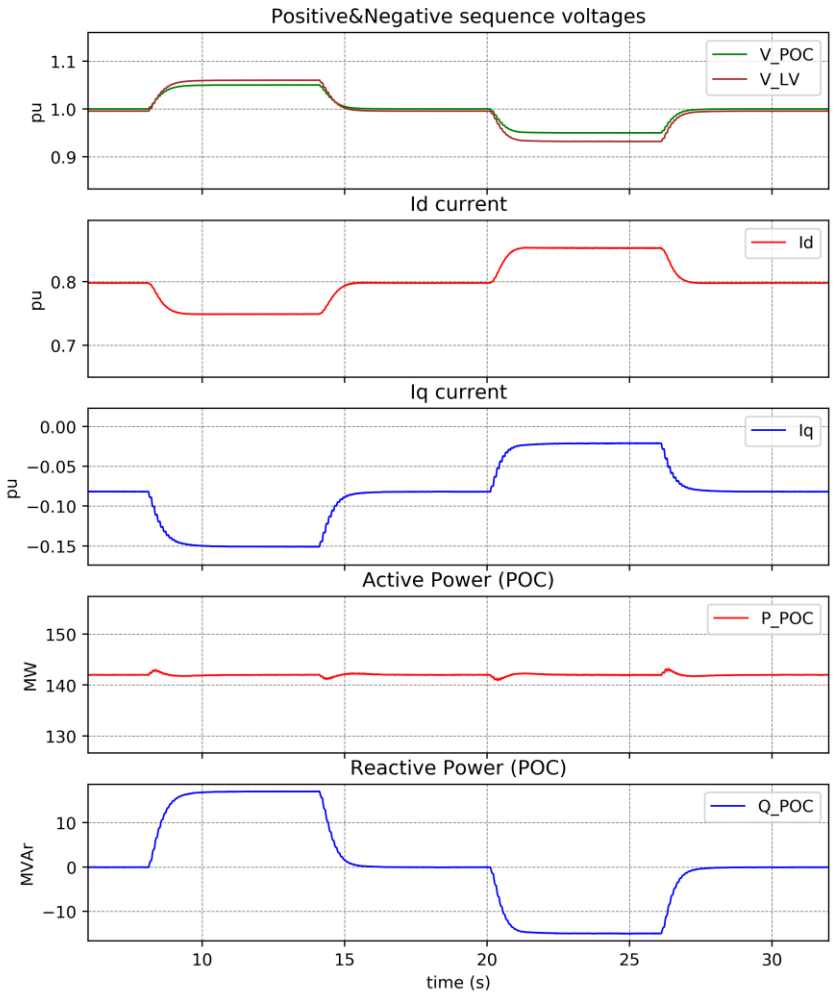
Ingeteam inverters & power plant controller (PPC) are able to operate as voltage regulators that control the output voltage of the plant to keep it stable.

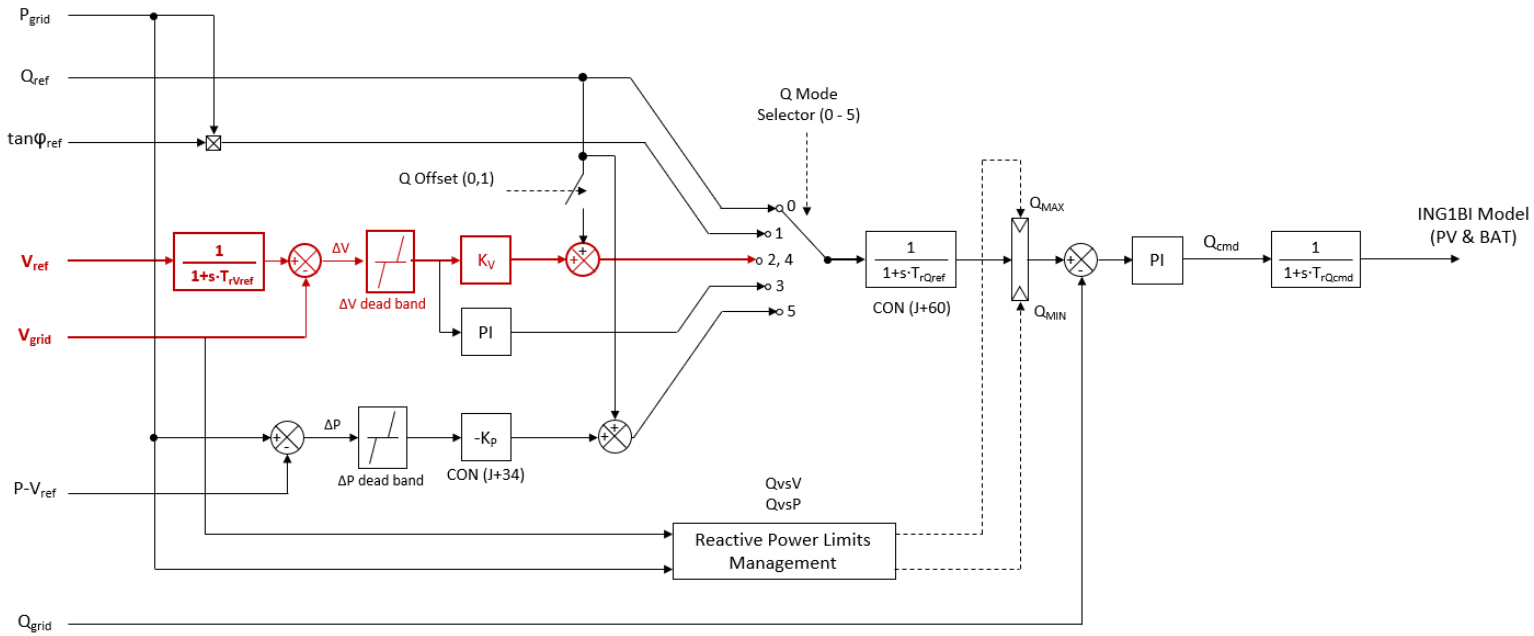


# VOLTAGE DROOP CONTROL

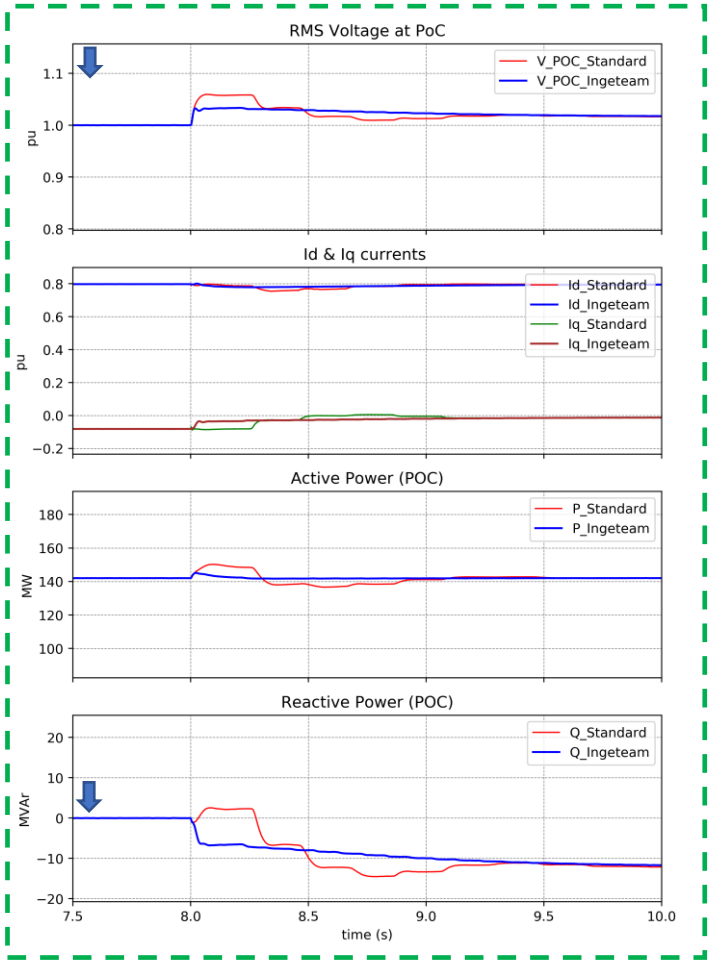
Ingeteam inverters & power plant controller (PPC) are able to supply leading or lagging reactive power to the grid in order to control voltage droops.

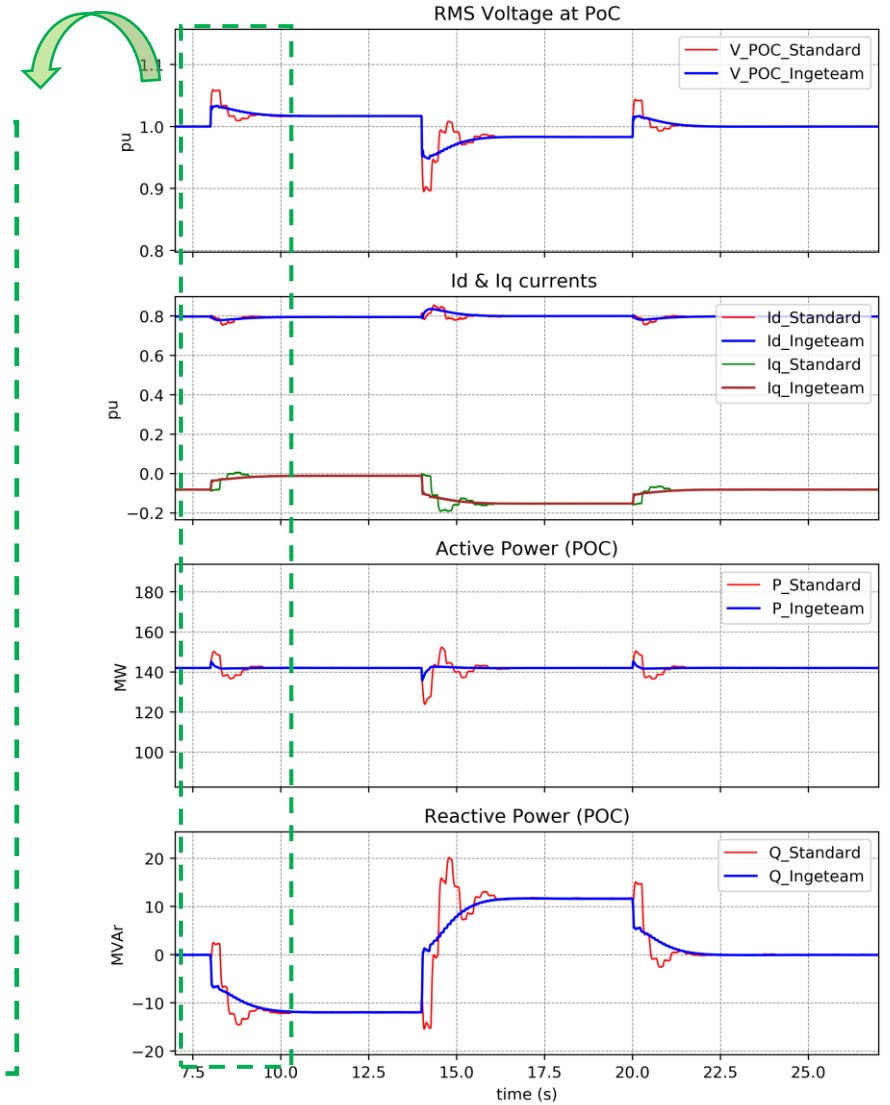


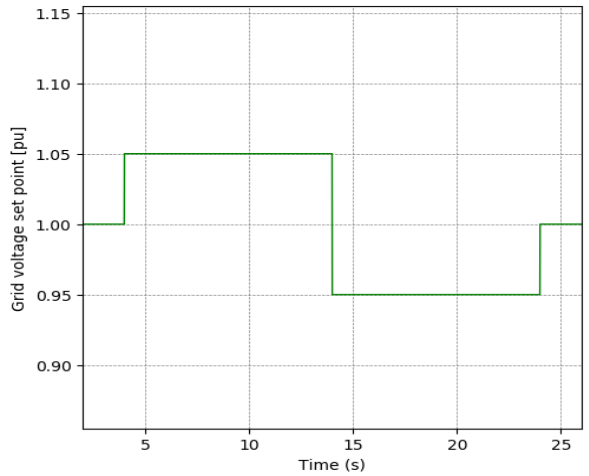
# VOLTAGE DROOP CONTROL

**Enhanced Voltage Disturbances Control.** Ingeteam inverters provide optimized voltage disturbance mitigation by instantaneously reacting to voltage variations and coordinating its response with the PPC control algorithms.



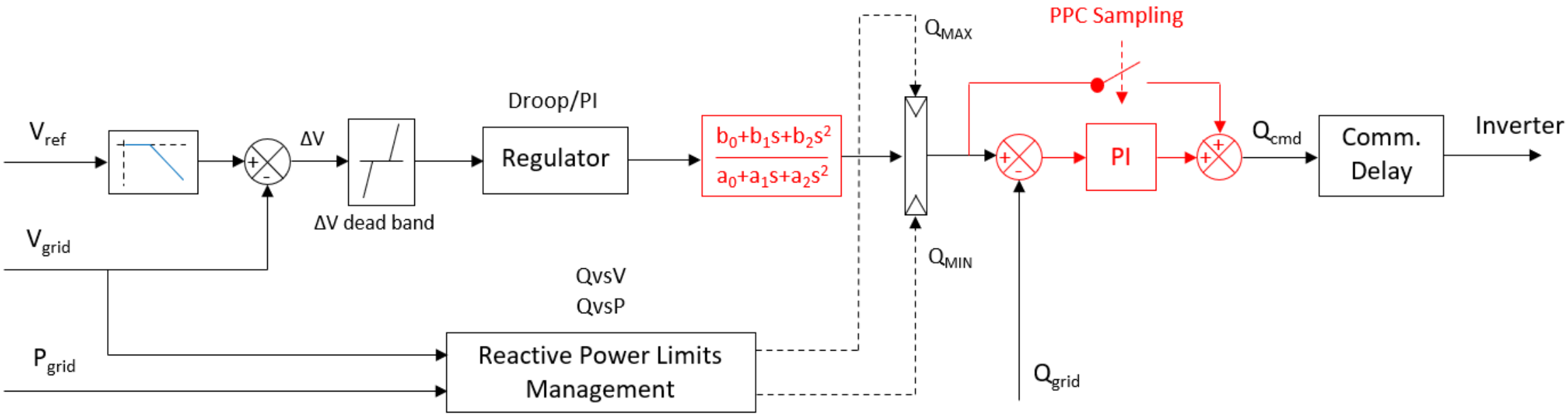




**Performed test**

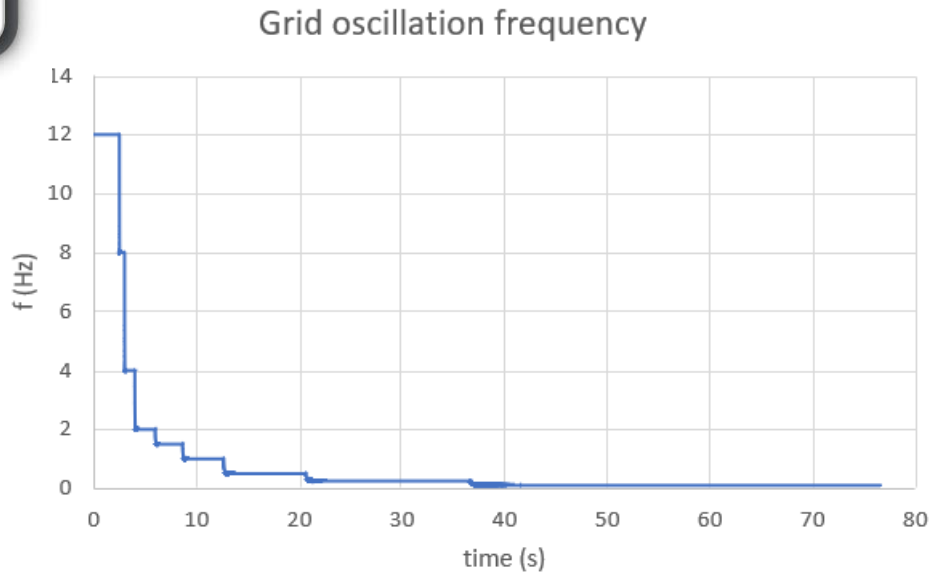


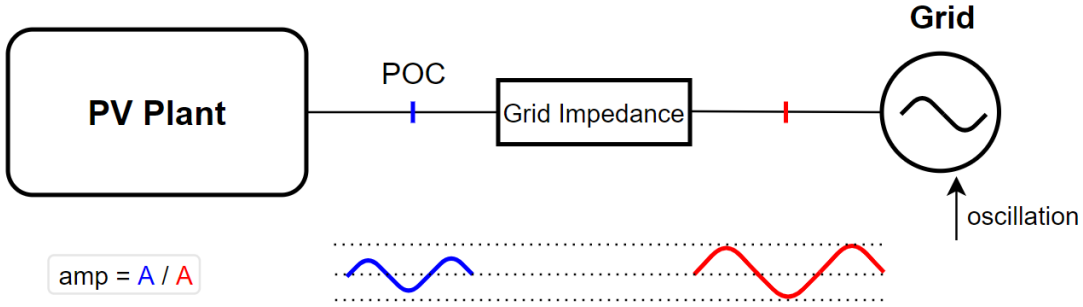
# VOLTAGE OSCILLATION DAMPING

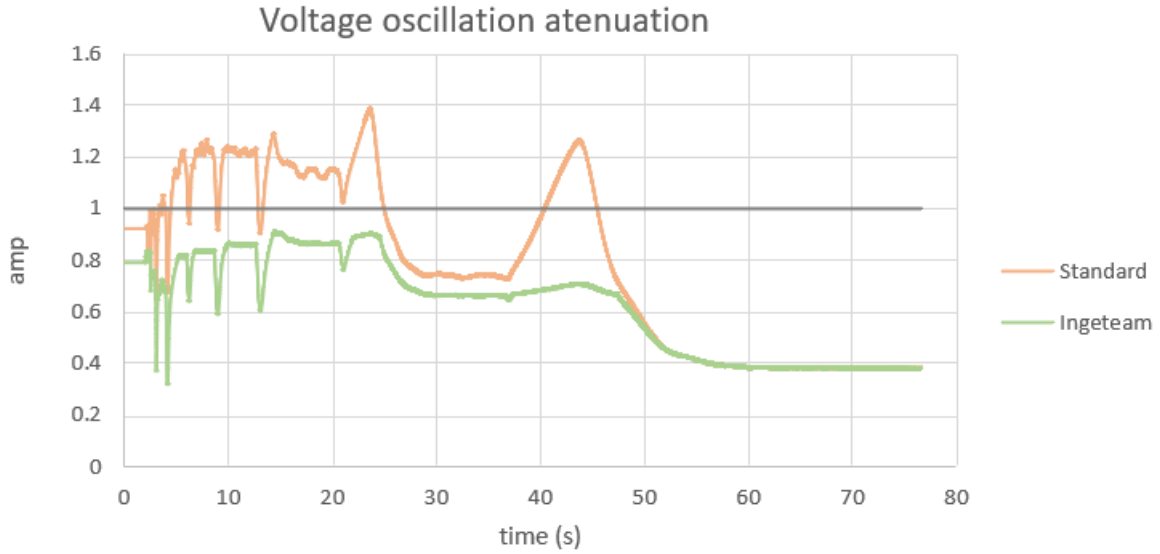
Ingeteam inverters reject low frequency oscillation on the grid within the low frequency range of 0.2 – 12 Hz.



# VOLTAGE OSCILLATION DAMPING



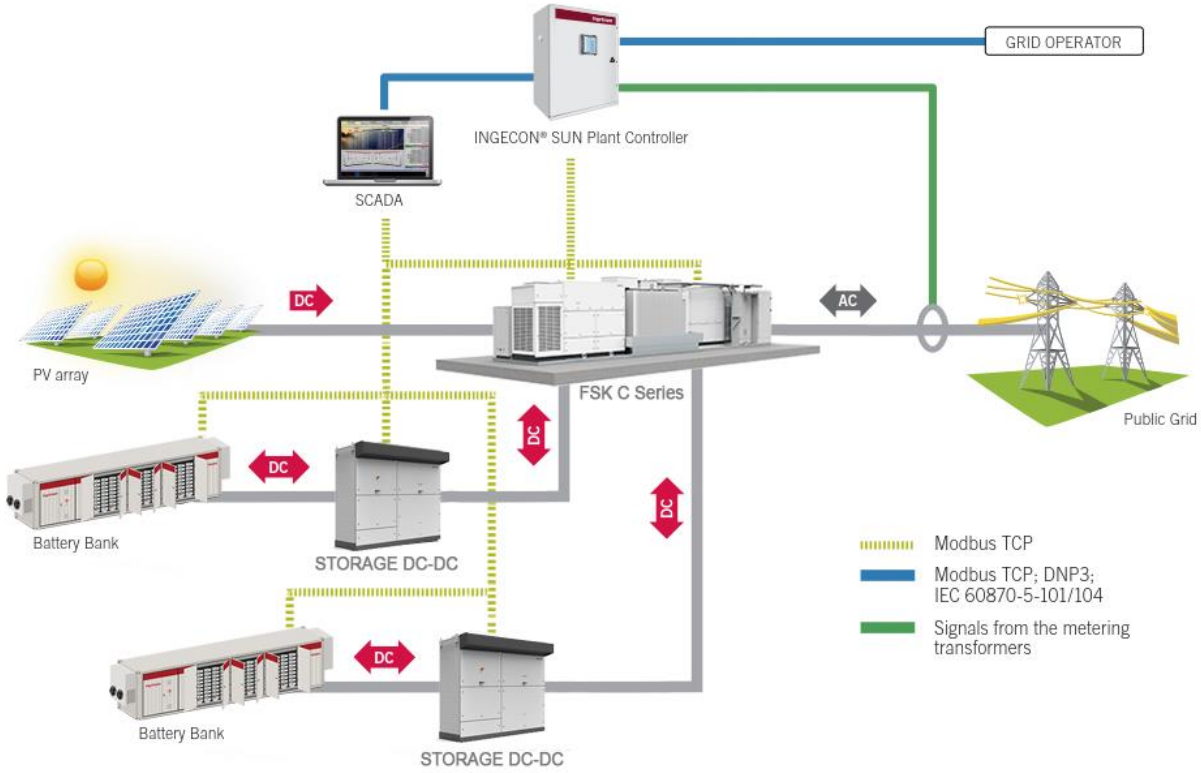

- The PV plant is able to reduce the oscillation at the point of connection (amp < 1) and maintain stability under every tested scenario.

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

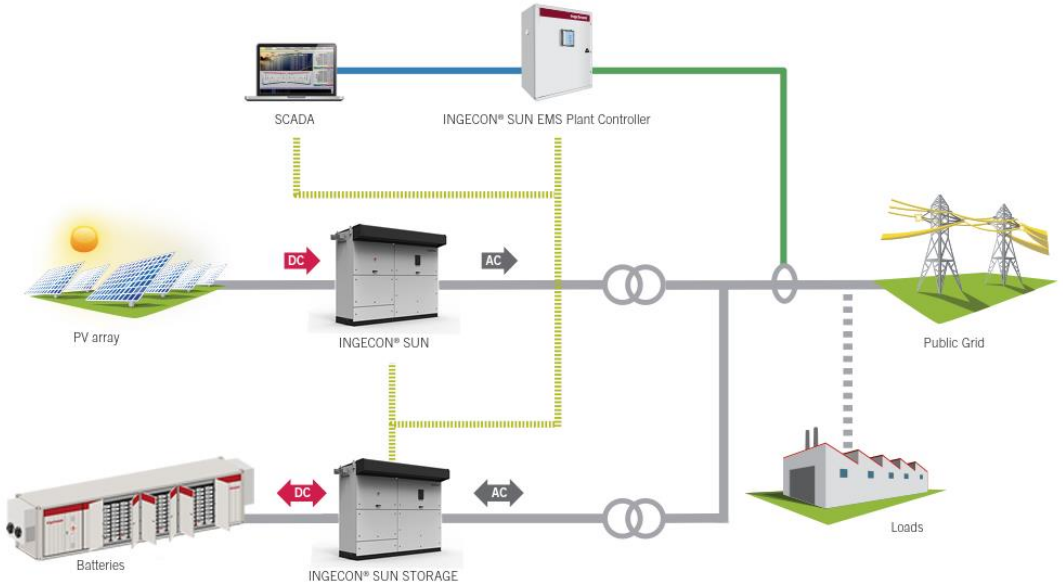
# PV INVERTER + STORAGE HYBRIDIZATION

Battery energy storage systems allow PV plants to behave as scheduled generators.

*DC-DC Storage converter*




*DC-AC Storage converter*

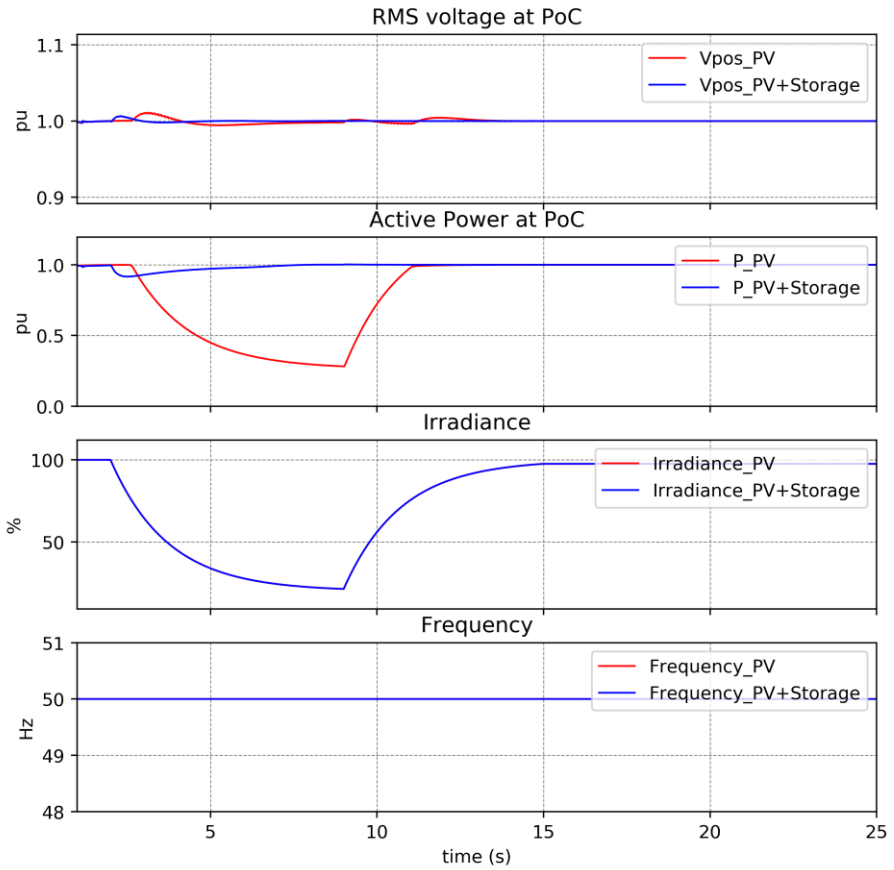



Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

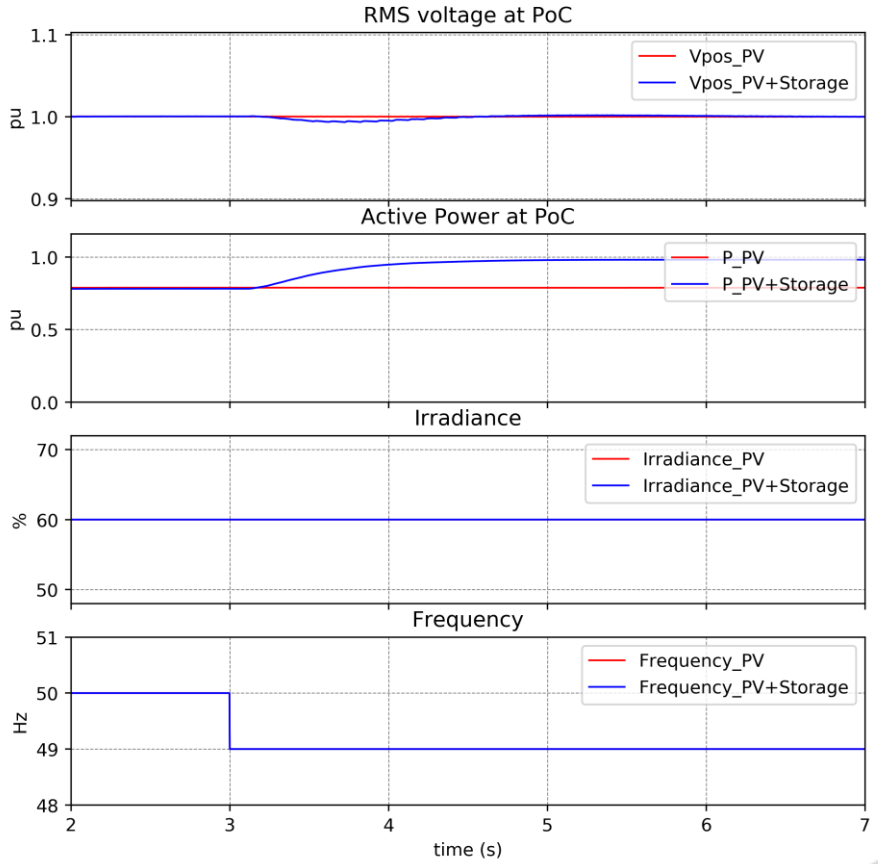
# PV INVERTER + STORAGE HYBRIDIZATION

Battery energy storage systems allow PV plants to behave as scheduled generators.

*Irradiance drop*



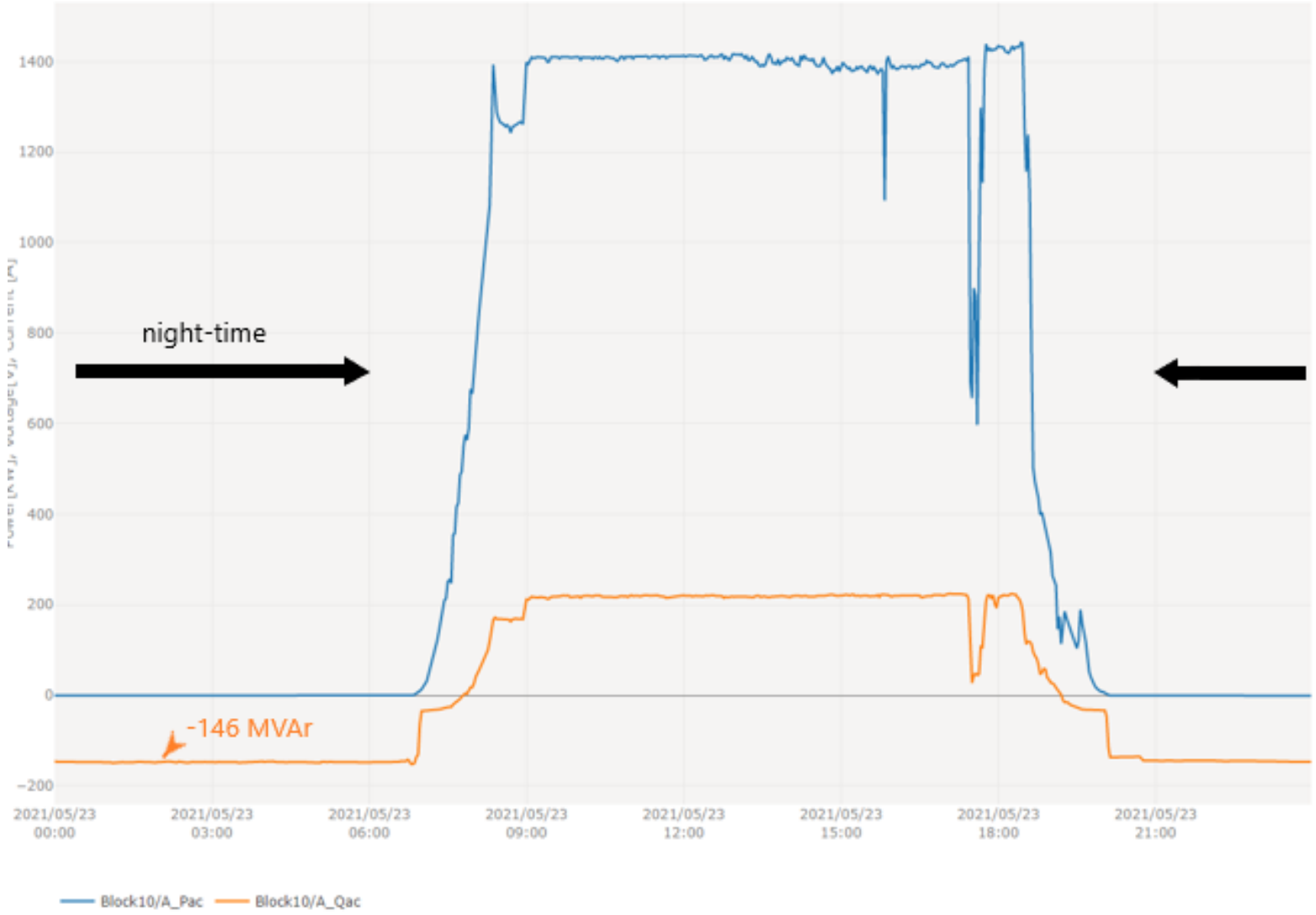

*Frequency regulation*




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# REACTIVE POWER AT NIGHT

Providing Q at night avoids future costs and offers an additional source of income.



# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

Ingeteam inverters can transit from both modes (without inverter disconnection) according to the grid necessities.

**Grid Following mode**

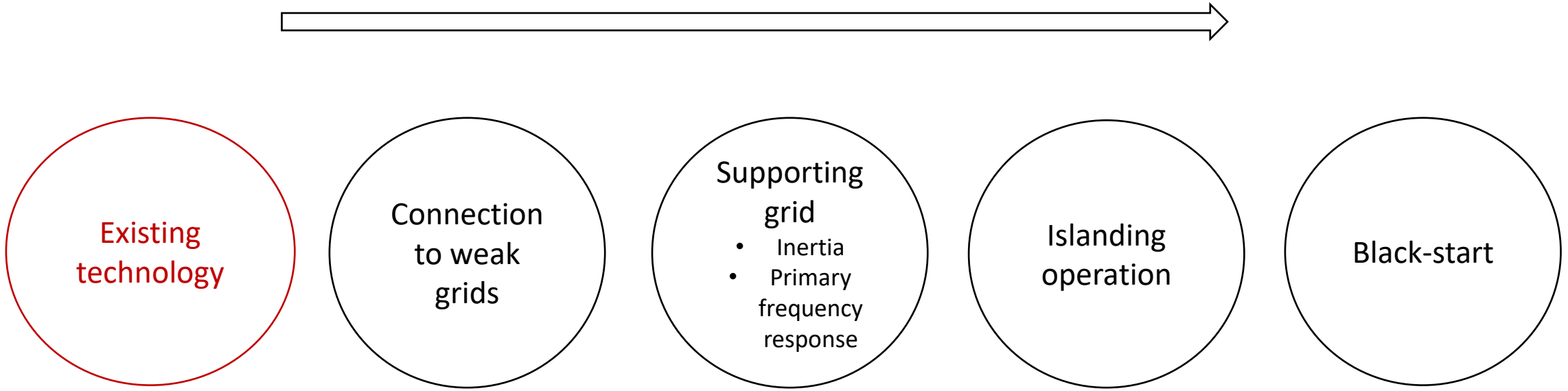
- It needs a pre-existing grid to connect.
- It operates in current control mode improving current THD.
- It disconnects if a grid outage occurs.

**Grid Forming mode**

- Inverters create the grid. Other inverters, diesel generators, and even the main grid can be connected in parallel.
- Operate in voltage control mode improving voltage THD (by injecting the current harmonics required by the loads).
- They remain connected if a grid outage occurs.

# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

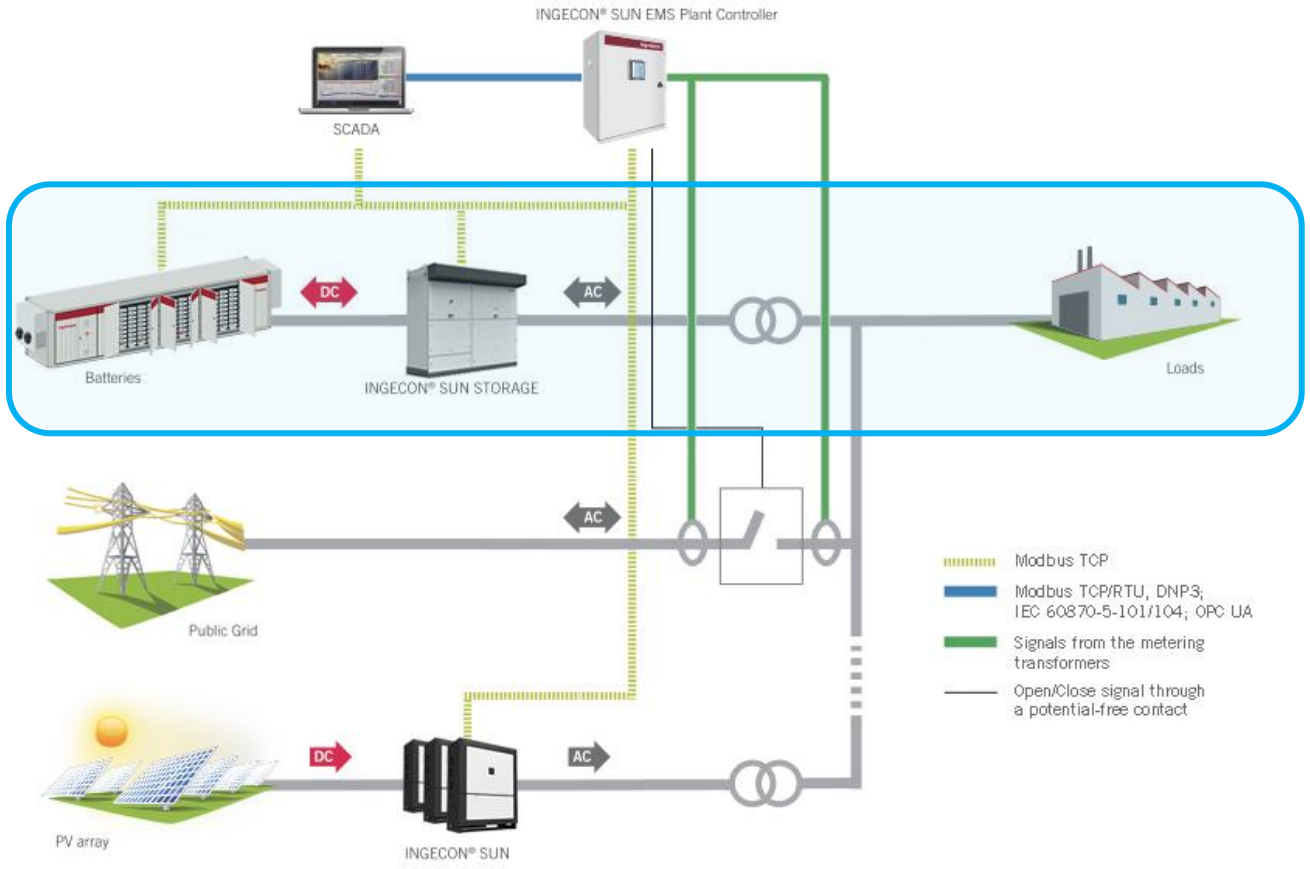
According to AEMO's 2021 White Paper, the required functionalities for advanced grid-scale inverters are as follows:



# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

**Grid forming in island mode**

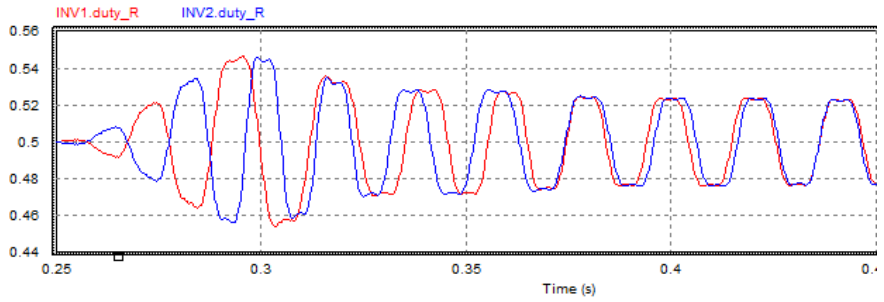
1

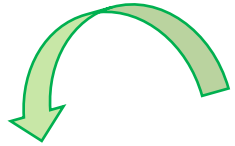


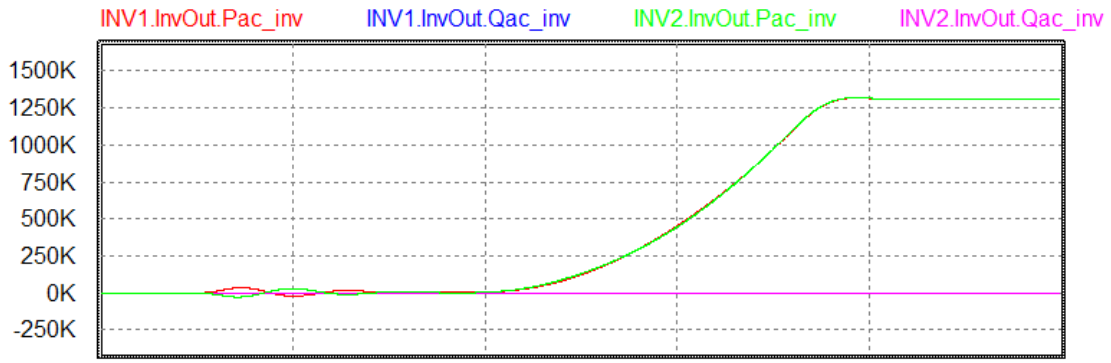

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

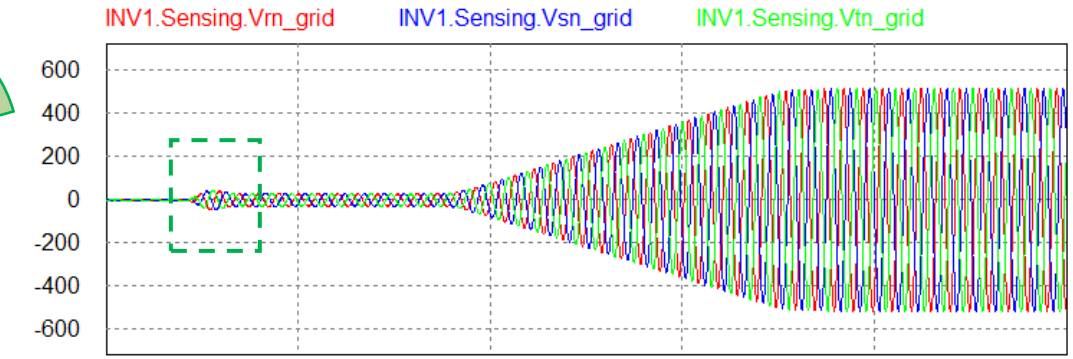
# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

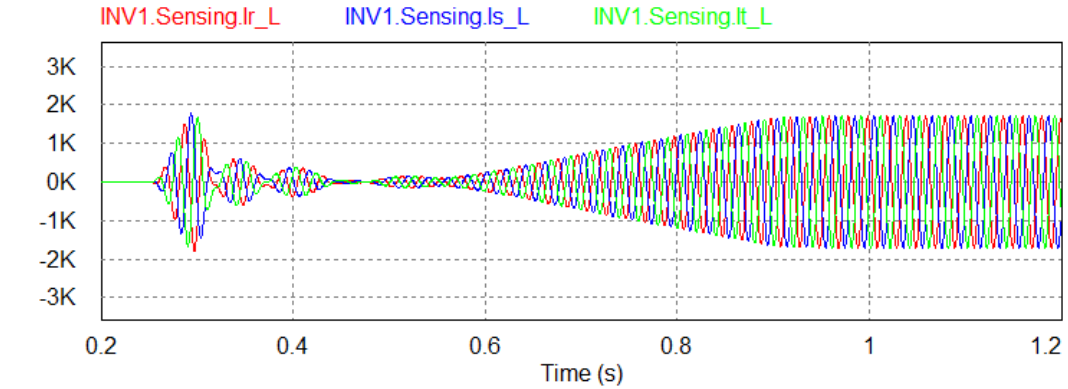
**Self synchronization at black start**



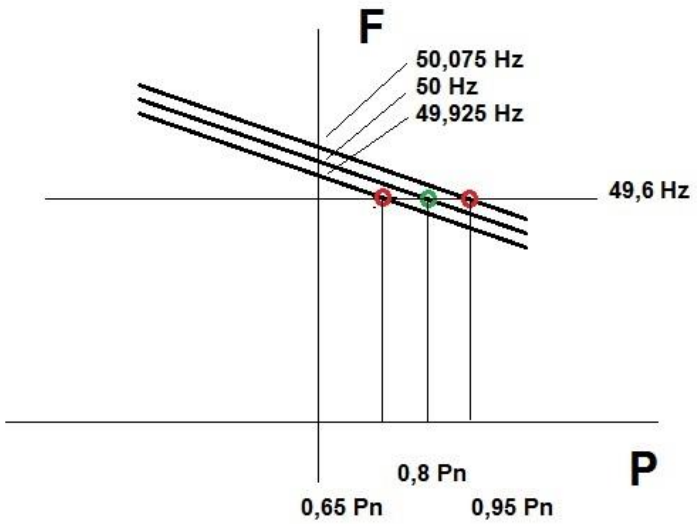


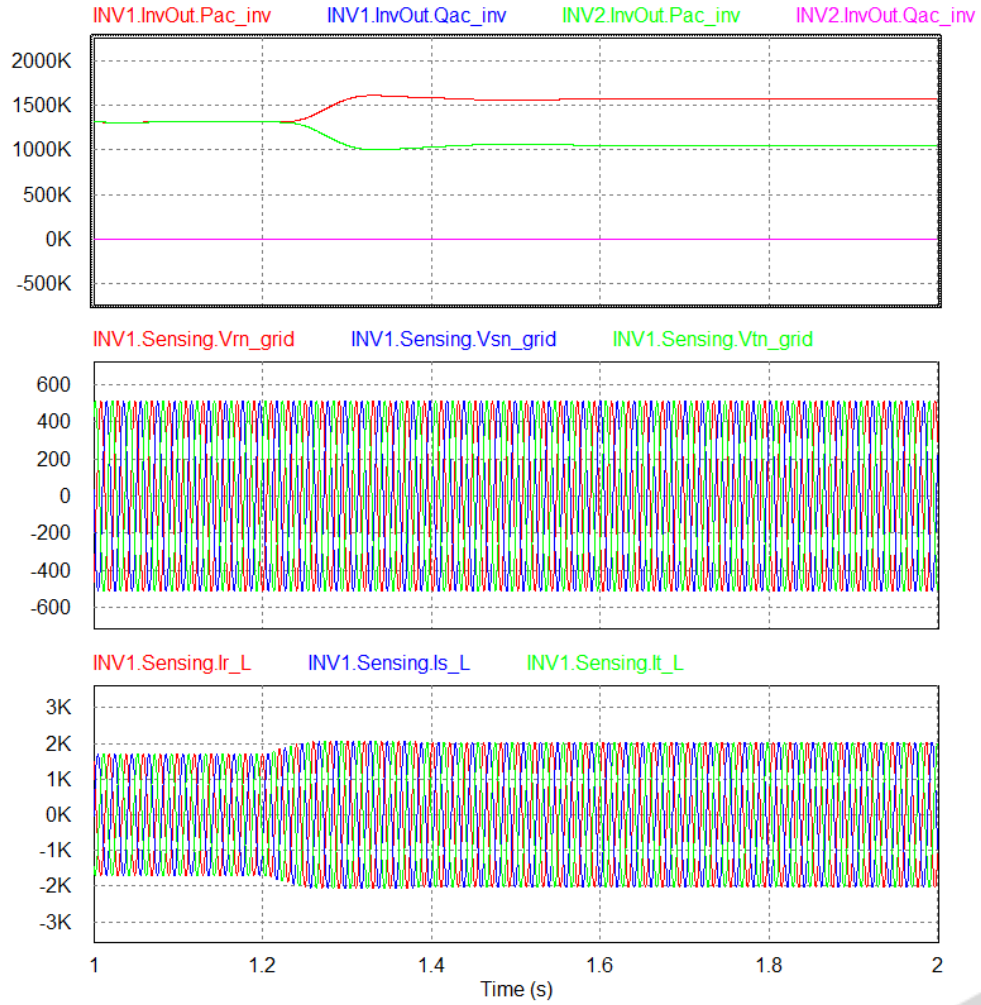



# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

## Controlled power share

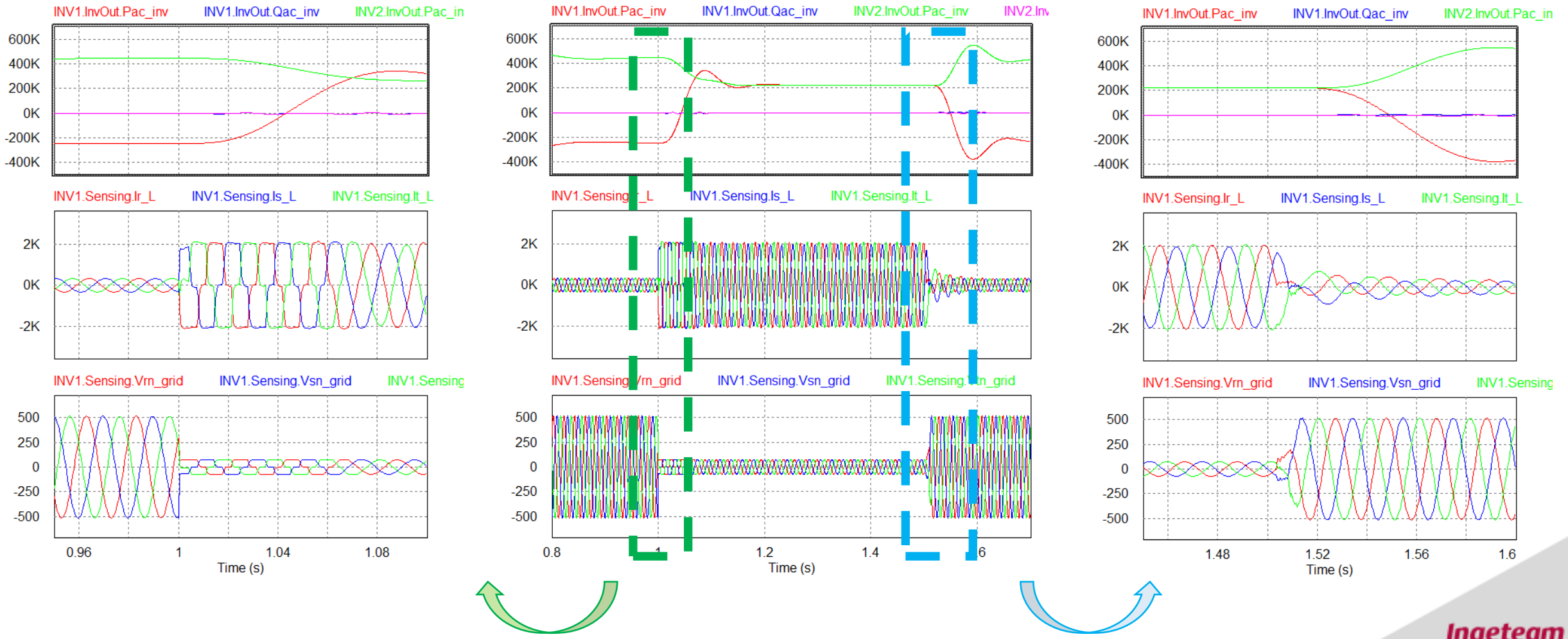



Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

## Overload – fault in island mode



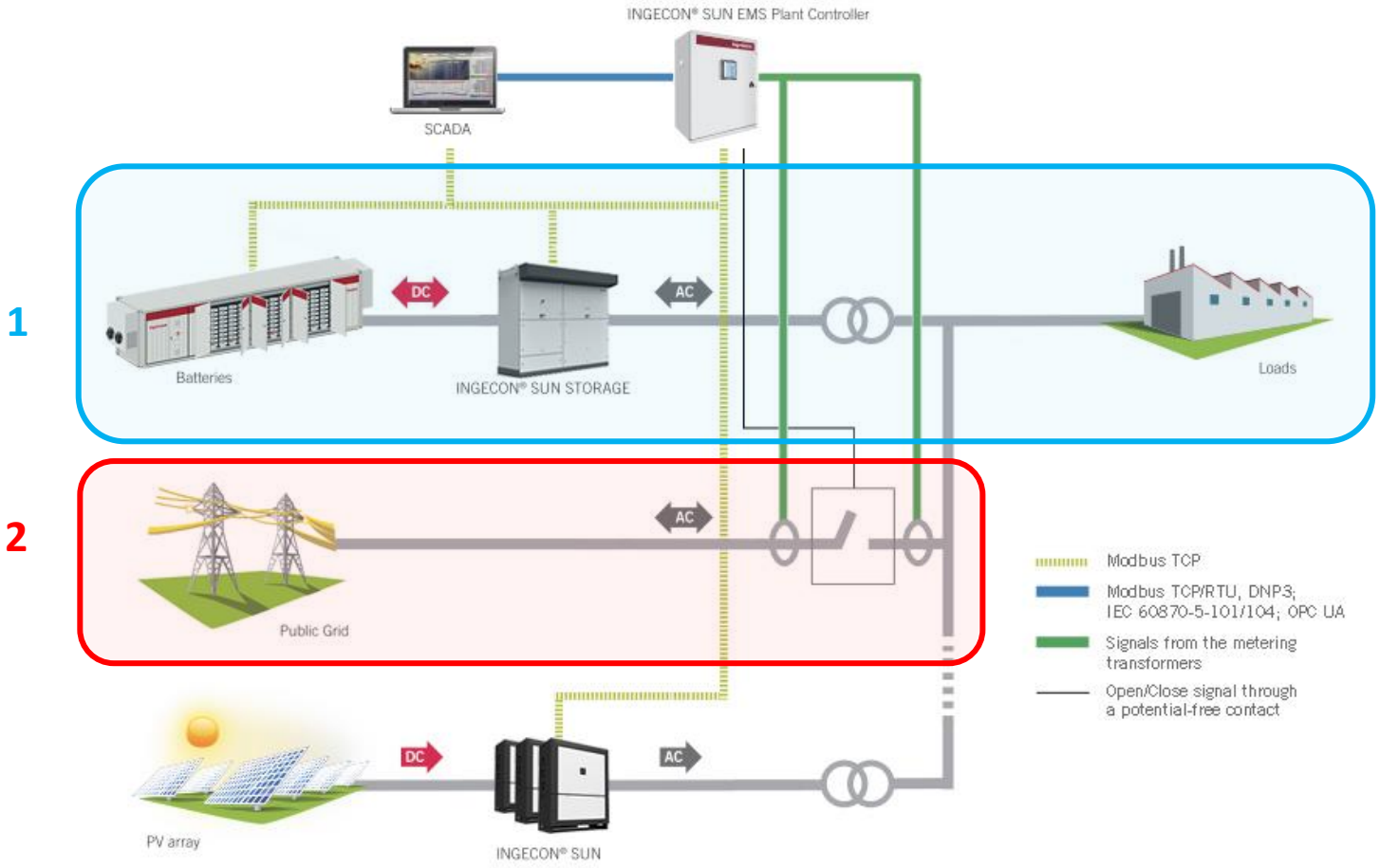
# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

**High inrush road connection**

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

**Connection of grid forming island to the main grid**

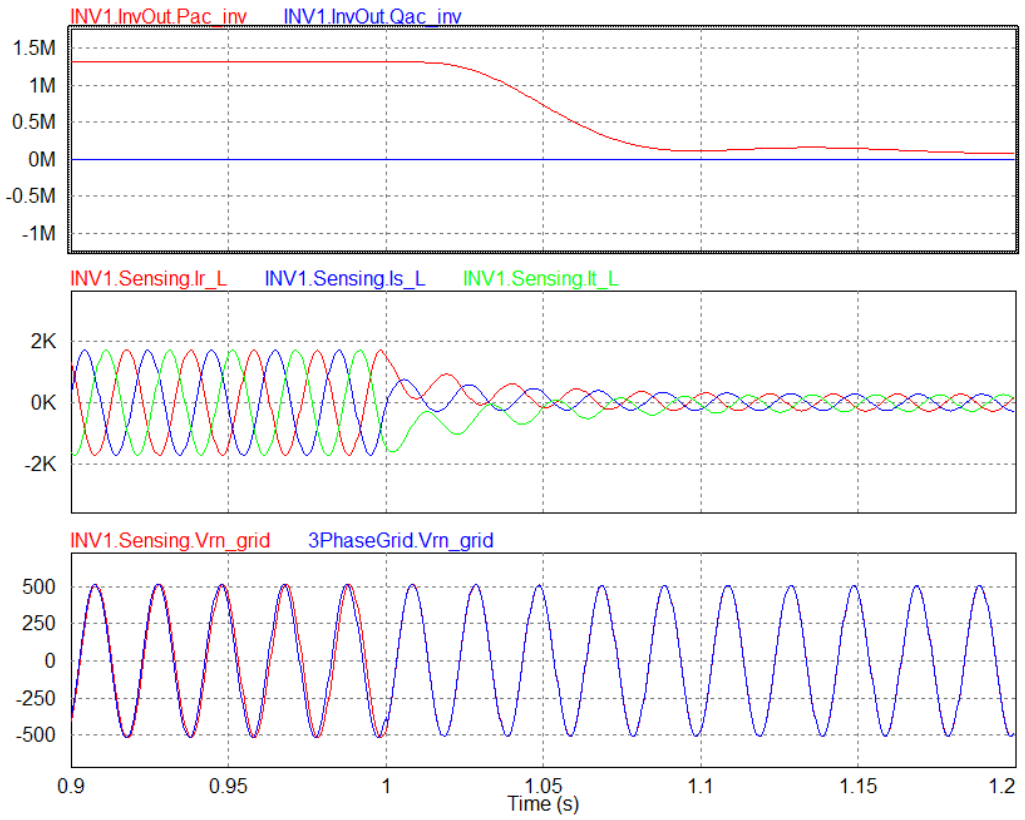



Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

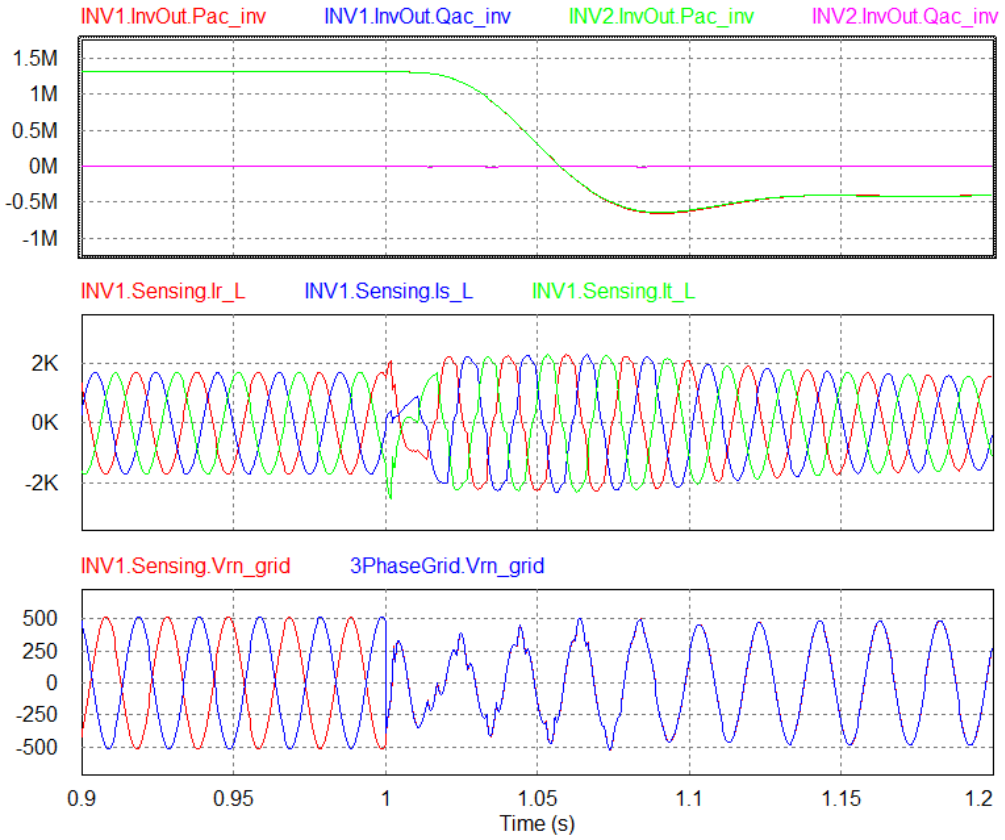
# GRID FOLLOWING & GRID FORMING

**Connection of grid forming island to the main grid**

*Grid phase difference of 20º*



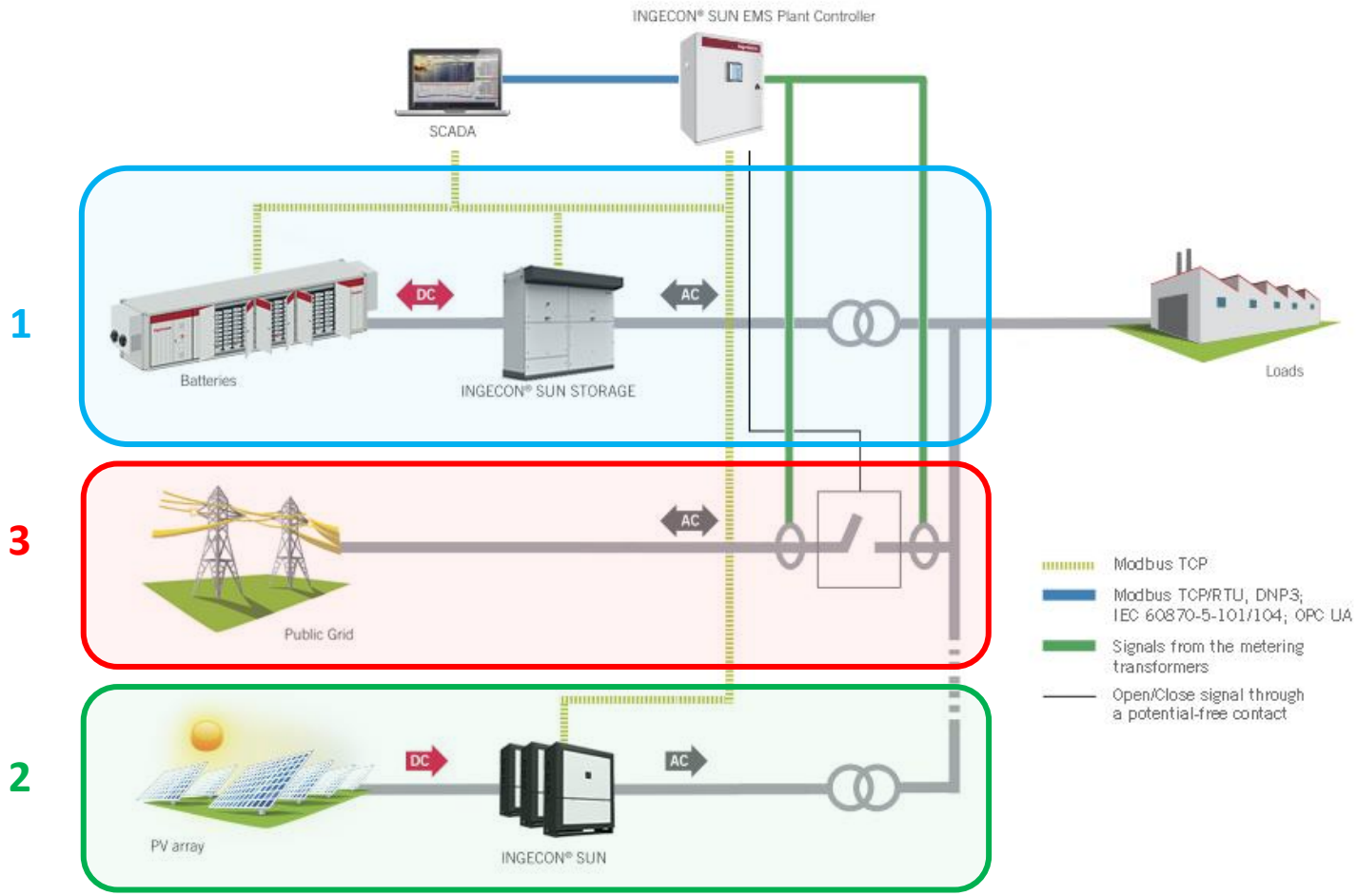

*Grid phase difference of 180º*




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BLACK START CAPABILITY

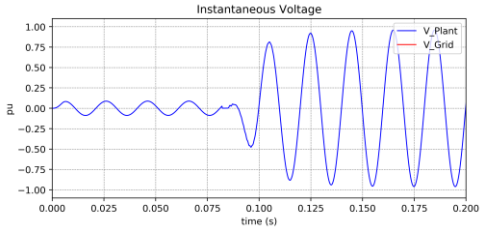
These inverters can recover from a grid outage and generate an isolated grid until the main grid recovers.

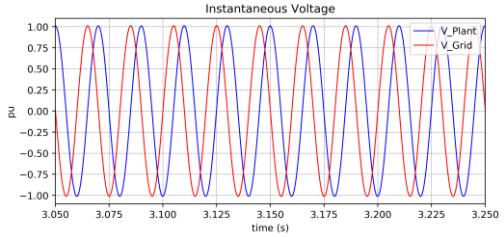


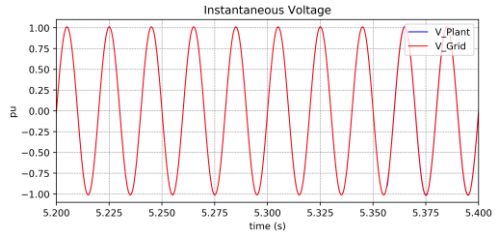

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

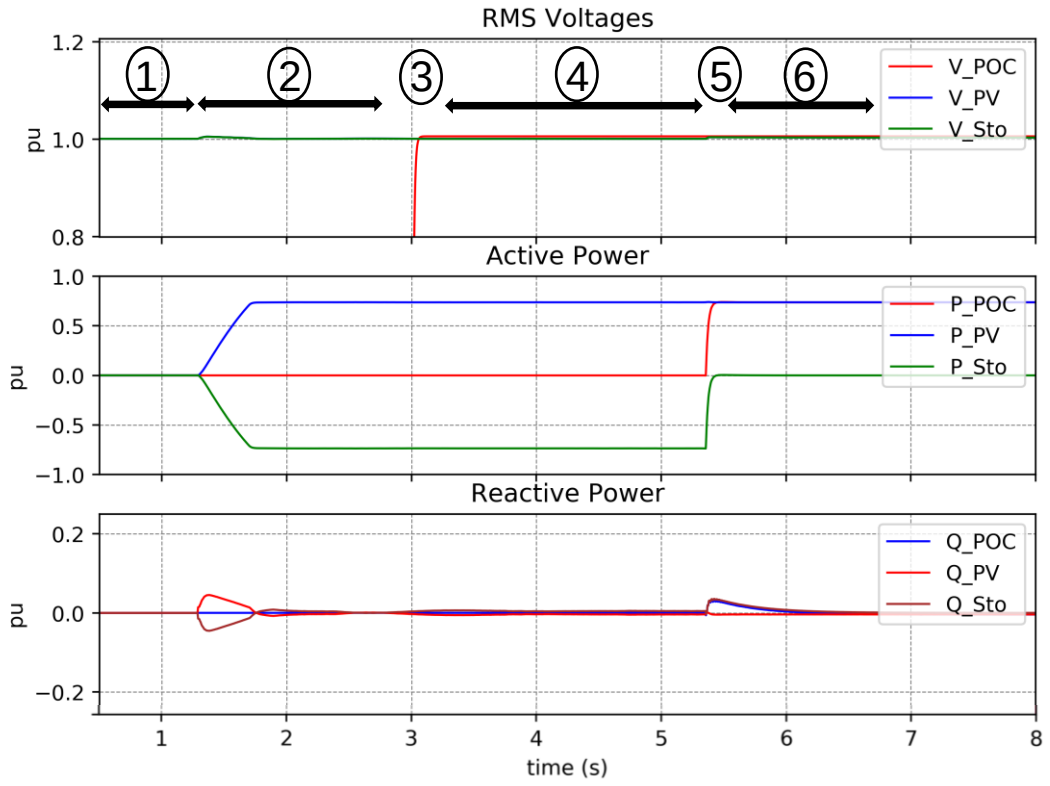
# BLACK START CAPABILITY

These inverters can recover from a grid outage and generate an isolated grid until the main grid recovers.

① 


④ 


⑤ 


1. Storage inverters create isolated grid.
2. PV Plant connects to this grid.
3. Grid voltage recovers.
4. Synchronization starts.
5. Synchronization is complete. Breaker closes and the plant connects to the grid.
6. Grid-connected functioning.

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# INVERTER & PPC MODELLING

Precise inverter & power plant controller (PPC) modelling for grid impact studies.

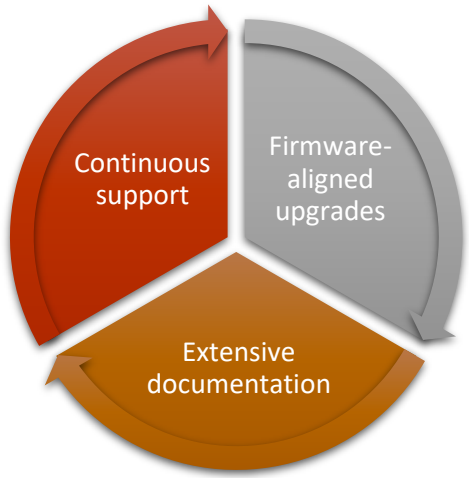
**Available model with in-house development provided for:**

- ✓ PSCAD™
- ✓ PSS®E
- ✓ PowerFactory
- ✓ EMTP-RV
- ✓ ATP-EMTP
- ✓ PSLF

**Modelling scope comprises:**

- ➢ PV Inverter
- ➢ Storage BESS Inverter
- ➢ STATCOM Inverter

  - ○ Grid Following
  - ○ Grid Forming



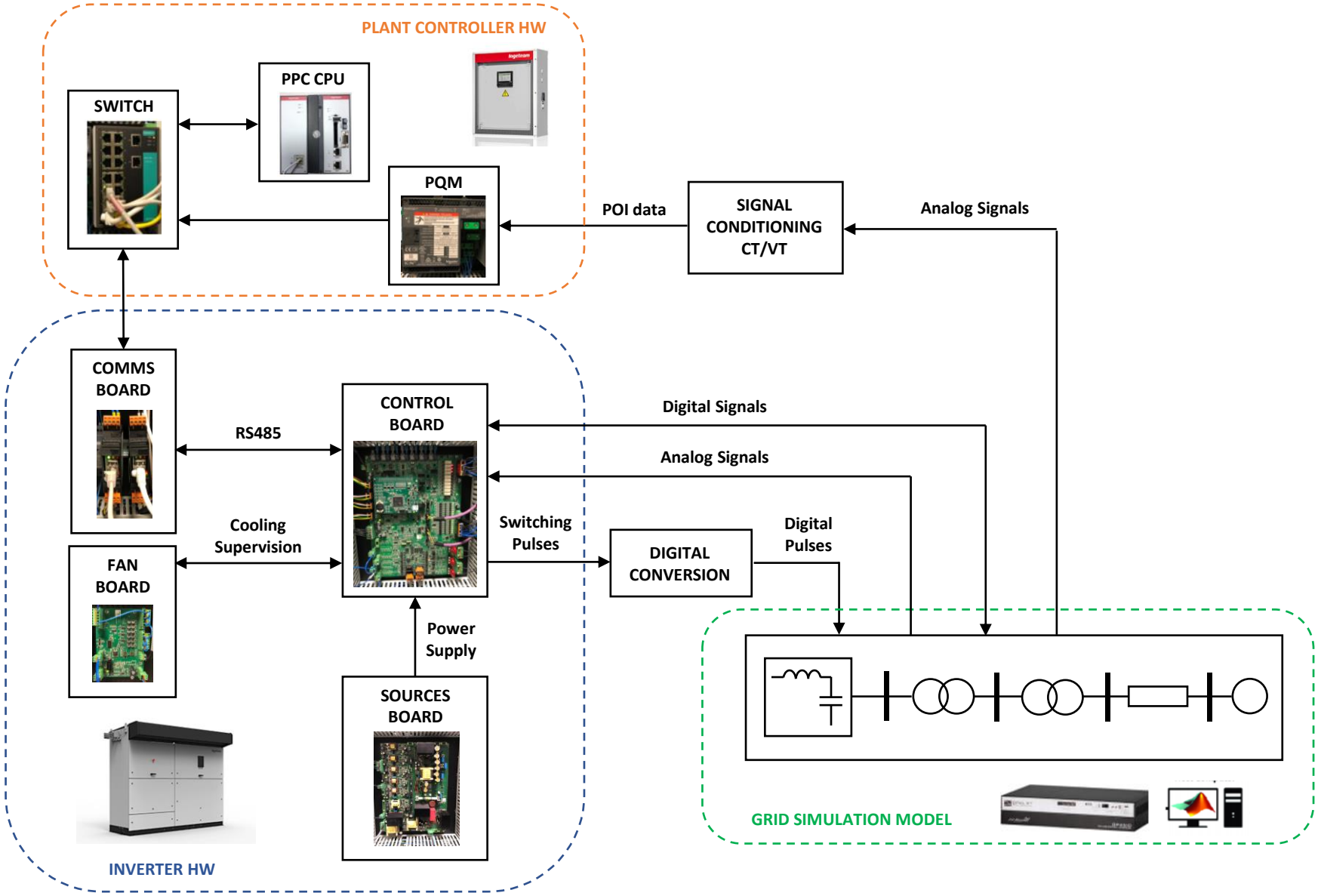

**Continuous simulation support with model upgrades**

**Documentation provided:**

- ➢ User Manual
- ➢ Benchmark reports
- ➢ Configuration tools
- ➢ Log of changes

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

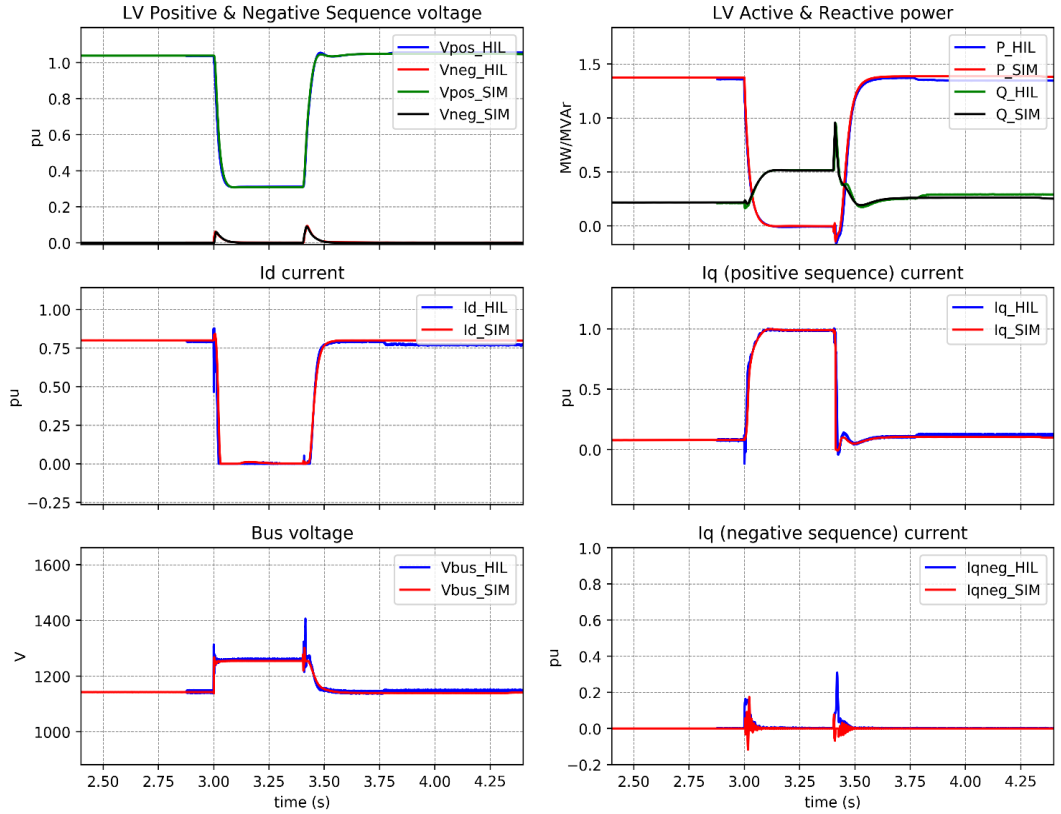
# HARDWARE IN THE LOOP (HIL)



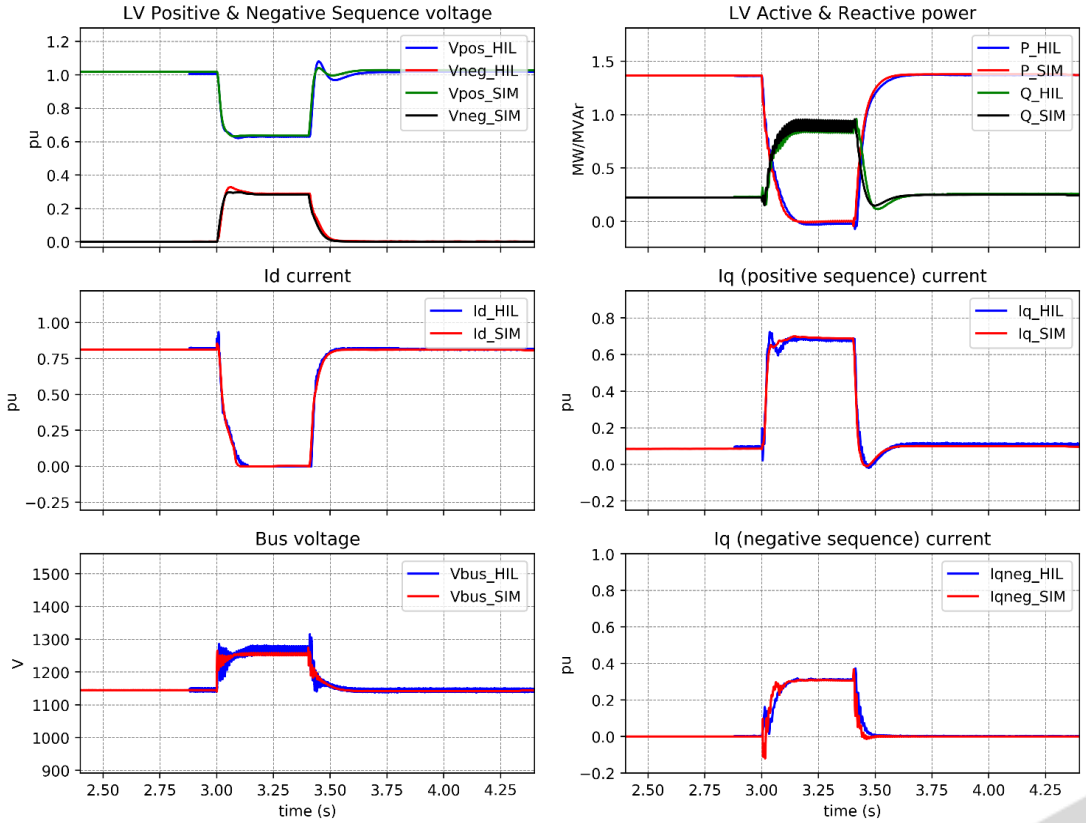
# HARDWARE IN THE LOOP (HIL)

**Model results benchmarked against Hardware in the Loop (HIL) measurements.** The presented results account for the alignment between HIL results and our EMT models.

*Three phase to ground fault*



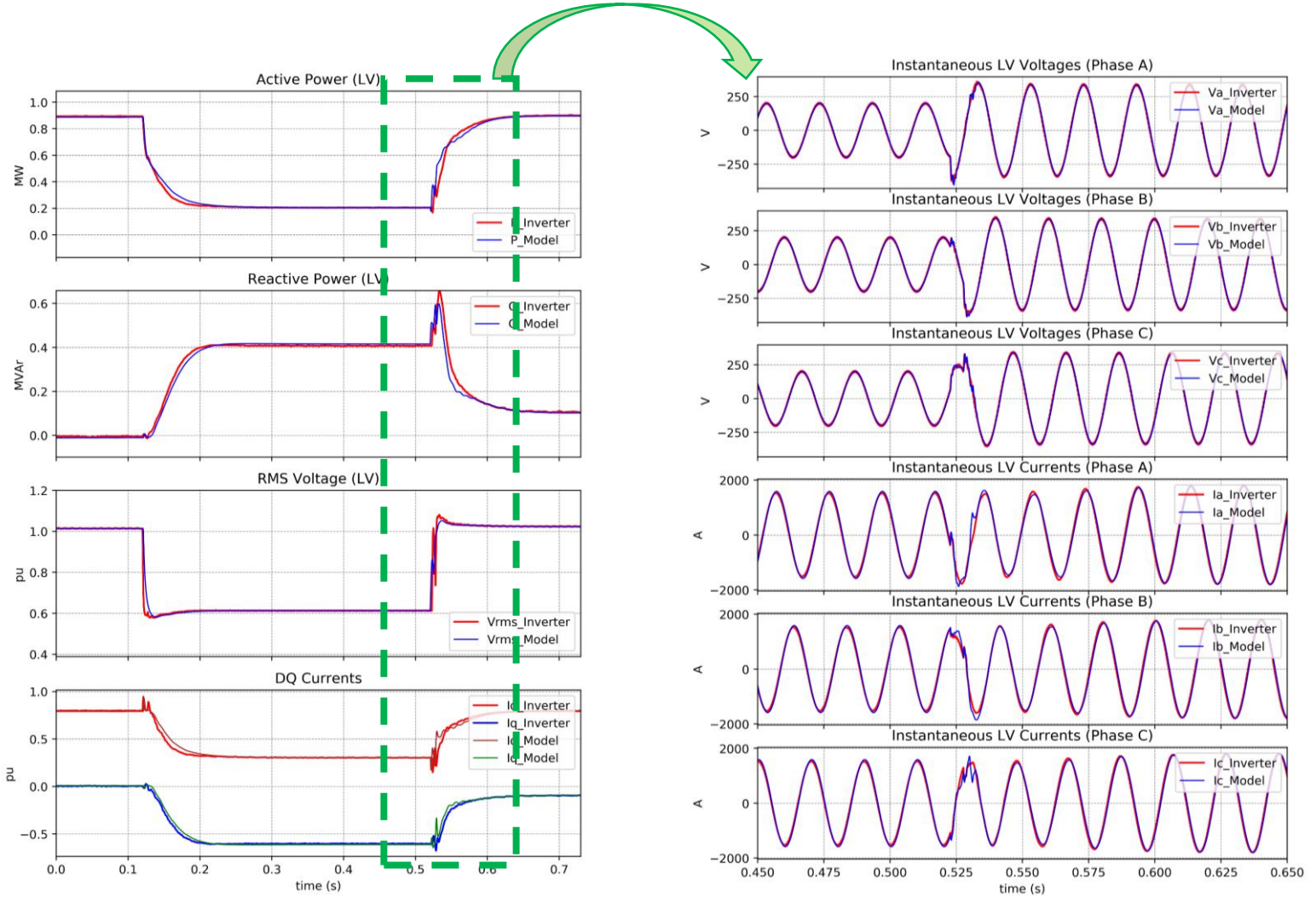

*Two phase to ground fault*




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# HARDWARE IN THE LOOP (HIL)

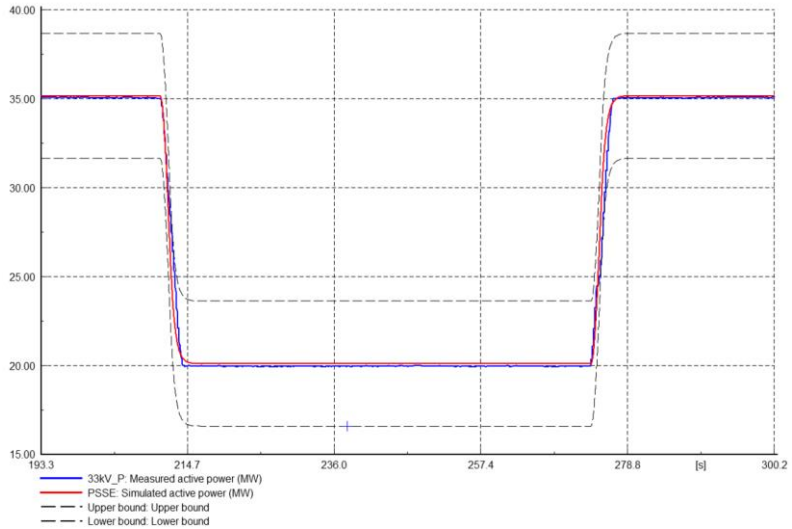
**Model results benchmarked against Hardware in the Loop (HIL) measurements.** The presented results account for the alignment between HIL results and our EMT models.



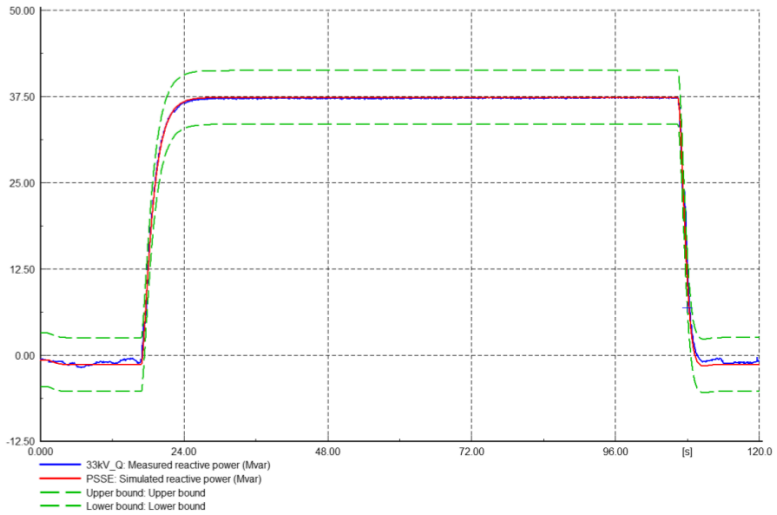
# HARDWARE IN THE LOOP (HIL)

**Model results benchmarked against Hardware in the Loop (HIL) measurements.** The presented results account for the alignment between HIL results and our RMS models.

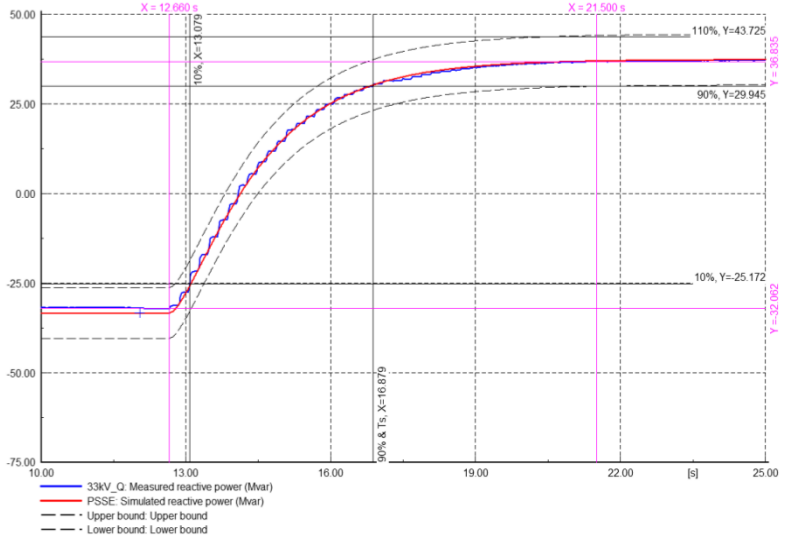
### P setpoint modification




### Q setpoint modification




### Q response against V setpoint modification




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

Ingeteam

*READY FOR YOUR CHALLENGES*

**www.ingeteam.com**

# Anexo 6. ISS 3Power C Series SCR

Ingeteam

## INGECON SUN 3POWER C SERIES

# SHORT CIRCUIT RATIO (SCR) FOR STABLE AND RELIABLE OPERATION

NDA REQUIRED

## Table of contents

1 INTRODUCTION ..... 3
2 SCR DEFINITION ..... 4
3 SCR WITHSTAND CAPABILITY ..... 5
4 ADDITIONAL CONSIDERATIONS ..... 7
4.1 N-1 Feeding Lines Operation ..... 7
4.2 RMS Voltage Control ..... 7
4.2.1 General Overview ..... 7
4.2.2 Droop vs. Proportional Integral (PI) RMS Voltage control. ..... 8
4.3 LVRT Mode ..... 10
4.4 HVRT Mode ..... 11
4.5 Voltage Harmonics ..... 12
4.6 Active Anti-Islanding Algorithm ..... 12
5 GRID CONNECTION POINT AND COMPATIBILITY STUDY OF SOLAR PV PLANT ..... 14

# 1 INTRODUCTION

The present document exposes the minimum Short Circuit Ratio (SCR) calculated for stable and reliable operation of the INGECON SUN 3Power C Series inverters and INGECON SUN Plant Controller. Although the document is referred to INGECON SUN 3Power C Series inverters, it is also valid for the following utility scale *INGETEAM's* inverters:

- INGECON SUN Power B Series
- INGECON SUN STORAGE Power B Series
- INGECON SUN 3Power C Series
- INGECON SUN STORAGE 3Power C Series
- INGECON SUN STORAGE 3Power HV C Series
- INGECON H2 C-lyzer
- INGECON H2 E-lyzer

According to the inverter type, the SCR withstand capability is the same regardless the working mode (Solar PV, BESS, STATCOM or Green H2). It is also valid both electronic power control modes: **grid-following** and **grid-forming**.

The information contained herein is strictly confidential and is intended only for the exclusive purpose of being used in the framework of the collaboration between *INGETEAM* and the recipient of this document. This confidential information shall remain *INGETEAM*'s property, and the recipient must accordingly refrain from using said confidential information and documents for its own purposes and benefit, or for the benefit of third parties. Any unauthorized disclosure of the information contained herein could cause an irreparable harm to *INGETEAM*.

# 2 SCR DEFINITION

The SCR is a dimensionless parameter used to quantify the grid strength in relation to the size of a generation plant. It is an estimation of how the grid connection point can affect a certain generator or load and vice versa. The lower the SCR is, the weaker the system strength is.

IEC 61000-3 technical report defines SCR as the ratio between the short circuit power ($S_{cc}$) of an electrical grid connection point and the rated apparent power of an equipment or a combination of several equipment ($S_{MAX}$) connected to the same connection point.

$$S_{cc} = \frac{U_{nom}^2}{Z_{cc}} \qquad \begin{cases} S_{cc} = \text{Short circuit power} \\ U_{nom} = \text{Nominal line voltage} \\ Z_{cc} = \text{Grid impedance at the connection point} \end{cases}$$

$$S_{MAX} = \sqrt{3} \cdot U_{nom} \cdot I_{nom} \qquad \begin{cases} S_{MAX} = \text{Apparent power of the generation plant} \\ U_{nom} = \text{Nominal line voltage} \\ I_{nom} = \text{Rated current of the generation plant} \end{cases}$$

$$SCR_{SMAX} = \frac{S_{cc}}{S_{MAX}} \qquad \{SCR_{SMAX} = \text{Short Circuit Ratio definition using } S_{MAX}$$

Other standards such as the NER, the rated active power of the generation ($P_{MAX}$) plant is used to define the SCR:

$$SCR_{PMAX} = \frac{S_{cc}}{P_{MAX}} \qquad \{SCR_{PMAX} = \text{Short Circuit Ratio definition using } P_{MAX}$$

The SCR is defined according to the rated power conditions of the generation plant. Therefore, it is independent of the instantaneous power level at which the plant is operating.

Grid impedance composed of an inductive and a resistive value is assumed.

$$Z_{cc} = R_{cc} + X_{cc} \cdot j \qquad \begin{cases} R_{cc} = \text{Resistive component of the grid impedance} \\ X_{cc} = \text{Inductive component of the grid impedance} \end{cases}$$

In addition to SCR, the ratio between the inductive and the resistive impedance ($x_{rr}$) is relevant to determine the voltage coupling between the grid impedance and the generation plant:

$$x_{rr} = \frac{X_{cc}}{R_{cc}} \qquad \{x_{rr} = \text{inductive vs. resistive component ratio}$$

Other items which may affect to the system strength not quantified by SCR are the voltage harmonics background at the connection point prior to the generation plant connection and the presence of not properly damped capacitor banks which may cause harmonic amplification due to resonance phenomena.

# 3 SCR WITHSTAND CAPABILITY

In low SCR operation it is highly recommendable that the generation plant is composed not only by inverters but also by a Power Plant controller (PPC) which coordinates the response of all inverters.

The implemented controls in INGECON SUN 3Power C Series inverters & INGECON SUN Plant Controller guarantee stable operation down to a $SCR_{PMAX_POC}$ of **1.2** at Point Of Connection (POC) and a $SCR_{PMAX_INV}$ of **1.0** at inverter terminals. These minimum SCR values are referred to the rated active power of the generation plant SCR definition.

For so low SCR values, the inductive component of the grid impedance should be at least 3 times bigger than the resistive component ($x_{rr}$). The Total Harmonic Distortion (THD) voltage background present at point of connection before the connection of the plant should be lower than 1.5%. If capacitor banks are present, it is mandatory that they are properly damped.

Lower SCR values, lower $x_{rr}$ values, or higher THD voltage background values might also be possible but would require that *INGETEAM* performs further analysis of the specific scenario.

Next, an application example is shown to clarify how inverters and PPC should be configured to withstand the minimum stated SCR.

Let us suppose the following generation plant sizing:

$$\left.\begin{array}{c} P_{MAX} = 100\ MW \\ Q_{MAX} = 0.395 \cdot P_{MAX} = 39.5\ MVA \\ S_{MAX} = \sqrt{P_{MAX}^2 + Q_{MAX}^2} = 107.51\ MVA \\ S_{cc} = 120 MVA \end{array}\right\} \quad SCR_{PMAX_POC} = \frac{S_{cc}}{P_{MAX}} = \mathbf{1.2}$$

Inverters are usually connected to a LV/MV transformer (typically $u_{cc_LV}$ ≈ 6-8%) in its Power Station. In most cases several Power Stations are parallel connected to the same MV/HV transformer (typically $u_{cc_MV}$ ≈ 12-16%). The impedance of these transformers is seen by the inverters as part of the grid impedance.

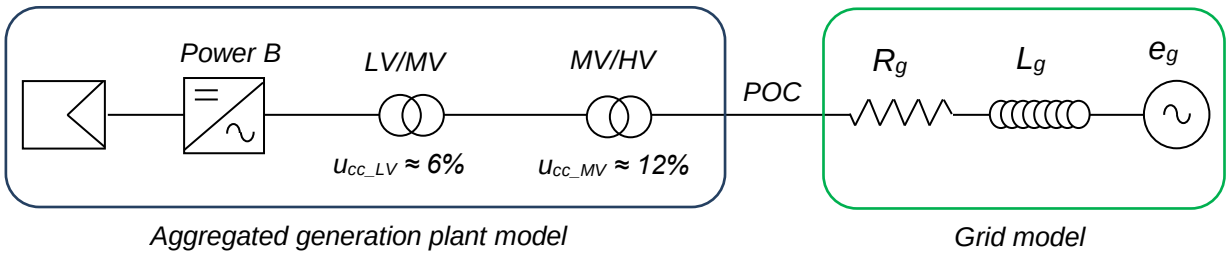



Figure 1. Aggregated model diagram of a solar PV plant.

SCR at inverters would be obtained with the following formula, which adapts the transformers $u_{cc}$ to $P_{MAX}$ basis:

$$SCR_{PMAX_INV} = \frac{1}{\frac{1}{SCR_{PMAX_POC}} + u_{cc_LV} \cdot \frac{P_{MAX}}{S_{LV}} + u_{cc_MV} \cdot \frac{P_{MAX}}{S_{MV}}}$$

If we assume that the sizing of the inverters ($S_{INV}$) is 1.2 times bigger than the apparent power of the plant ($S_{MAX}$), and that the apparent power of the transformers is equal to the inverter sizing:

$$\left.\begin{array}{l} S_{INV} = 1.2 \cdot S_{MAX} \\ S_{LV} \approx S_{MV} \approx S_{INV} \end{array}\right\} \qquad SCR_{PMAX_INV} = \frac{1}{\frac{1}{SCR_{PMAX_POC}} + (u_{cc_LV} + u_{cc_MV}) \cdot \frac{P_{MAX}}{S_{INV}}}$$

The following table shows the SCR at inverters terminals ($SCR_{PMAX_INV}$) for the conditions above ($SCR_{PMAX_POC}$ = **1.2**; $S_{INV}$ = 1.2 $S_{MAX}$) for different total short circuit voltage of the transformers of the plant ($u_{cc_LV}$ + $u_{cc_MV}$).

| Total $u_{cc}$ (%) | 0 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SCR_{PMAX_INV}$ | 1.2 | 1.14 | 1.12 | 1.1 | 1.08 | 1.06 | 1.04 | 1.03 | 1.01 | **1.0** |

Figure 2. Table of SCR values for different total $U_{cc}$ of the solar PV plant.

Note that if $S_{INV}$ < 1.2 $S_{MAX}$ the minimum $SCR_{PMAX_INV}$ of **1.0** will be reach for a lower total $u_{cc}$ value. For hybrid generation plants (with PV inverters and storage inverters for example) the calculus should be done as if the inverters were all of the same type.

To optimize the generation plant response, the minimum expected SCR of the connection point has to be configured at inverters and PPC. However, when doing so, the SCR value scaled to $S_{MAX}$ basis is needed. This basis change gives extra information to the inverters and PPC that let them improve their response. For the calculus a total $u_{cc}$ of 22 is assumed:

$$SCR_{SMAX_POC} = SCR_{PMAX_POC} \cdot \frac{P_{MAX}}{S_{MAX}} = \mathbf{1.2} \cdot \frac{100}{107.51} = 1.12$$

$$SCR_{SMAX_INV} = \frac{1}{\frac{1}{SCR_{SMAX_POC}} + (u_{cc_LV} + u_{cc_MV}) \cdot \frac{S_{MAX}}{S_{INV}}} = 0.79$$

It is not relevant if the basis change makes the minimum expected SCR configured values ($SCR_{SMAX_POC}$ and $SCR_{SMAX_INV}$) go down **1.2** at POC or down **1.0** at inverters, since the stated minimum SCR that the generation plant is able to withstand applies to $P_{MAX}$ SCR basis definition.

# 4 ADDITIONAL CONSIDERATIONS

The generation plant can positively aid to grid stability when correctly configured. Additionally, it must be noted that the generation plant cannot be considered as the unique or main responsible of the final stability and robustness of the system composed of the grid and the generation plant. All generators, capacitor banks, harmonic filters and loads connected to the grid should collaborate to obtain a robust and reliable operation.

This section describes some additional considerations that have to be taken into account in order to obtain a robust and reliable performance.

## 4.1 N-1 Feeding Lines Operation

If the connection point of the generation plant is fed by N paralleled lines, and one of them has to be opened during some period of time (for maintenance for example), then the generation plant will have to operate in N-1 feeding lines situation. In this scenario, the equivalent grid impedance is higher when compared with N feeding lines situation, and the SCR is lower. Thus, N-1 feeding lines operation would correspond to the lowest expected SCR.

It is the lowest expected SCR in N-1 feeding lines operation which has to be equal or higher than the stated minimum SCR at which INGECON SUN Power B inverters & INGECON SUN Plant Controller are able to guarantee robust and reliable operation.

## 4.2 RMS Voltage Control

### 4.2.1 General Overview

In low SCR, due to the large grid impedance, RMS voltage value at POC will be greatly affected by the active and reactive power injected by the generation plant. The SCR value has to be taken into account when sizing the inverters so that the amount of installed reactive power covers the RMS voltage control capacity demanded to the generation plant, while preserving the desired active power dispatching.

The voltage strategy of a generation plant is normally focused on obtaining the desired RMS voltage value at POC. However, it is important to note that the upper and lower hardware voltage limits at inverter's terminals and in the auxiliary services have to be always respected in order to not to damage the inverters. The active and reactive power capabilities of the inverters are modified when the voltage at inverter terminals is varied as declared in the product datasheets. It is also important to take into account this fact when sizing the generation plant.

Changing dynamically the taps of the distribution transformer of the generation plant will also aid to keep the voltage at inverter terminals within the correct limits, enhancing the power capability of inverters.

Capacitor banks are not recommendable as they may introduce voltage peaks when connecting and may amplify voltage harmonics in steady state operation. If they are used, it is mandatory that they are properly damped to preserve robust and reliable operation of the generation plant.

### 4.2.2 Droop vs. Proportional Integral (PI) RMS Voltage control.

These are the different options that can be configured in INGECON SUN Plant Controller in order to control the RMS voltage:

- PFC (Power Factor Control): In this mode, cos(phi) set points are followed by the generation plant.
- VDC (Voltage Droop Control): In this mode, Proportional/Droop RMS Voltage control is implemented.
- AVR (Automatic Voltage Regulation): In this mode, Proportional-Integral (PI) RMS Voltage control is implemented.

PFC mode may alleviate the RMS voltage variation. However, real RMS voltage control is not performed, so this option is not recommended. This subsection further discusses about VDC & AVR modes.

With VDC mode (Voltage Droop Control or proportional control):

- The plant actively collaborates with the grid stability with minimum possible interaction with other generators or loads.
- The injected reactive power will be proportional to the voltage deviation in accordance with the sizing of the plant. Thus, this strategy assures a reactive power share uniformly distributed between all the generation plants connected in parallel in close connection points.
- It is assured that capacitive (lagging) reactive power is injected when the voltage at the POC is below the voltage set point, and inductive (leading) reactive power is injected when the voltage is above the voltage set point.
- *INGETEAM*'s recommendation is to choose the gain of the droop so that the maximum allowed reactive power at POC (inductive or capacitive) is injected when the voltage reaches the maximum deviation inside the continuous uninterrupted operation range. Thus, it is assured that the voltage strategy will operate in linear mode for the entire voltage deviation range. On the contrary, if the gain of the droop was chosen so that the maximum reactive power was injected for voltage deviations smaller than the maximum expected voltage deviation, the voltage strategy would tend to operate in reactive power saturation mode, i.e, injecting maximum reactive power regardless the voltage deviation increase.
- This strategy by itself cannot assure zero steady state voltage error and relies on a secondary slower voltage adjustment performed by the grid operator. We consider this to be reasonable since a generation plant by itself should not be the only responsible for the complete error of the voltage at a certain POC.

With AVR (Automatic Voltage Regulation or PI voltage control):

- The plant actively collaborates with the grid stability, but with major possible interaction with other generators and loads. Two generation plants should not be controlling the voltage with Proportional Integral controllers in close connection points at the same time.
- This strategy will cause a not uniformly injected reactive power share between generation plants connected to close connection points. The fastest generation plant will tend to inject more reactive power than slower generation plants.
- It is not assured that capacitive (lagging) reactive power is injected when the voltage at the POC is below the voltage set point, nor that inductive (leading) reactive power is injected when the voltage is above voltage set point.
- The injected reactive power will tend to the maximum or minimum reactive power capacity of the plant since integral part of the PI controller tends to correct the steady state error by injecting more reactive power. Zero steady will only be assured if the generation plant is able to move the voltage to the desired value. This feature will depend on the SCR and the reactive power capability sizing of the generation plant.

- As the plant might tend to maximum or minimum reactive power injection, the usual power flows of the grid could be modified. Thus, secondary voltage control performed by grid operator might be adversely affected.

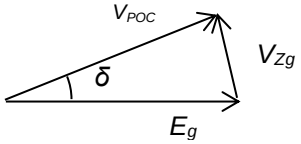
Given the above, it is much more advantageous VDC – Voltage Droop Control than AVR – Pi voltage control. We do not recommend using AVR - PI voltage control unless the generation plant is the unique generator installed in the end of a weak line connection point.

Regarding voltage control, it is important to note that voltage control dynamics is completely dependent on the grid impedance or SCR value. Assuming mainly inductive grid impedance, it can be stated that the lower the SCR is, the lower amount of reactive power is needed to move the RMS voltage value. This means that the same voltage control algorithm, with the same control parameters, will lead to faster response in a weaker grid:

The following formulas show the relation between the voltage, the grid impedance and the active and reactive power injected by the plan (inductive grid impedance is assumed):

$$P = \frac{V_{POC} \cdot E_g}{X_g} \cdot \sin\delta \approx \frac{V_{POC} \cdot E_g}{X_g} \cdot \delta$$

$$Q = \frac{V_{POC} \cdot E_g}{X_g} \cdot \cos\delta - \frac{E_g^2}{X_g} \approx \frac{V_{POC} \cdot E_g - E_g^2}{X_g}$$




Voltage at POC increment due to generation plant reactive power increment is determined by the following equation in which small signal modelling and Laplace transformation of the previous is applied:

$$(Q_0 + \partial Q) = \frac{(V_{POC_0} + \partial V_{POC}) \cdot E_{g_0} - E_{g_0}^2}{X_g} \quad \Rightarrow \quad \partial Q = \frac{E_g}{X_g} \cdot \partial V_{POC} \approx \frac{V_{POC_0}}{X_g} \cdot \partial V_{POC}$$

If $P_{MAX}$ basis is applied to the previous result and $X_g$ expression is considered, then we have:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial Q}{P_{MAX}} = \partial q = \frac{V_{POC_0}}{X_g} \cdot \frac{1}{P_{MAX}} \cdot \partial V_{POC} \\ X_g = \frac{V_{POC_0}^2}{S_{cc}} \end{aligned}\right\} \qquad \partial q = \frac{S_{cc}}{P_{MAX}} \cdot \frac{\partial V_{POC}}{V_{POC_0}} = SCR_{PMAX_POC} \cdot \partial V_{POC}$$

It is important to note that SCR of the site might vary during the entire life of the generation plant, for instance due to N-1 feeding lines operation. Due to the voltage control dynamics dependency on SCR value, the voltage control of the generation plant has to be tuned to obtain the desired rise time and settling time response for the lowest expected SCR of the site. With this approach, robust and reliable performance of the generation plant is assured for the whole SCR range, as in normal SCR condition (N feeding lines operation) the voltage control will be slightly slower but stable. On the contrary, if voltage control was tuned to obtain fast and stable dynamics for the normal SCR condition, then for the N-1 feeding lines scenario the same parameters would show faster or unstable response.

The specific tuning of the voltage control algorithms according to the minimum expected SCR of the site (in VDC or in AVR modes) is internally done by the Plant Controller by configuring $SCR_{SMAX_POC}$ value.

## 4.3 LVRT Mode

The aim of Low Voltage Ride Through algorithm (LVRT) is to aid the grid during fault events by implementing a voltage support, similar to voltage droop control, during faults. Thus, during the fault inverters inject reactive current proportional to the remaining voltage in order to raise the voltage up. The droop characteristic of LVRT mode is settled through the $i_q$ vs. v table.

Fault events require the fastest response that a generation plant can achieve. Thus, the inverters have to assume this transient voltage support on their own. During LVRT mode inverters do not follow the set points of the PPC. Instead, they inject a current according to the configured $i_d$ vs. v and $i_q$ vs. v tables.

Configuring LVRT algorithm needs special attention in weak grids. In order to get a stable response, these guidelines have to be respected:

Firstly, it is important to note that the inverters cannot certainly know if a real fault is affecting the grid, which the fault impedance is, where the fault is being applied, or which the SCR and the $x_{rr}$ of each fault exactly are. The only information inverters have is the voltage measure at their terminals. Hence, inverters interpret that a fault exist by comparing the measured voltage with the LVRT voltage threshold, which is a configurable parameter of inverters (typically set in the range of v = 0.8 - 0.85 pu). Hence, every voltage fall that goes down the LVRT voltage threshold will be interpreted by inverters as a fault. Accordingly, inverters will interpret that a fault is cleared when the measured voltage value comes above the LVRT voltage threshold.

This fact makes mandatory to assure that the voltage increase due to the reactive current injected by inverters during faults will not cause the remaining voltage comes above the LVRT threshold voltage limit. If this was not assured, inverters would interpret that the fault is cleared when it is not and would tend to go to the prior to fault state. In this scenario, the voltage would fall again, leading to a new enter in LVRT mode. The sequence would be repeated leading to an oscillatory retriggering response until the fault is finally cleared.

In order to avoid that the injected current during faults causes a voltage increase above the threshold limit, it is important to correctly configure the $i_d$ vs v and $i_q$ vs v tables:

- The current reference of $i_q$ vs v table has to be interpreted not as absolute reference, but as incremental references respect to the prior to fault state. Thus, the current reference obtained from $i_q$ vs v table has to be added to the $i_q$ current reference prior to the fault.
- The voltage threshold at which the LVRT algorithm mode starts has to coincide with the higher voltage value of the active and reactive current tables. For this upper voltage value, the $i_d$ has to be settled to 1pu and the $i_q$ to 0 pu. Thus, when the voltage is in the proximity of the LVRT threshold the $i_d$ and $i_q$ injected currents will be close to the pre-fault values and no discontinuity exists between LVRT mode and normal control mode.

Secondly, as explained in the RMS Voltage control section, the dynamics of $i_q$ injection and the voltage during the fault depends on the SCR value. Inverters internally adapt the LVRT control algorithms to match the desired response at minimum expected SCR when $SCR_{SMAX_INV}$ is configured.

Finally, note that inverters are only able to assure the incremental $i_q$ injection at their terminals. This usually leads to a correct incremental $i_q$ at POC. However, if capacitor banks are used in the generation plant, the desired $i_q$ increment at POC is not assured, as the capacitor banks will reduce their $i_q$ supply according to voltage amplitude reduction during the fault. If the capacitor banks $i_q$ reduction is higher than the inverters $i_q$ increment, then the final $i_q$ at POC will decrease instead of increase. For the inverters it is impossible to exactly know the amount of capacitor banks currently in use in the generation plant or the capacitor banks $i_q$ reduction during a fault, and thus they cannot compensate this undesired response of capacitor banks during faults by their own. If this effect must be avoided, our recommendation is to substitute capacitor banks by devices with a smarter response during faults, such as STATCOMS, or to increase the number of installed generation inverters so that the reactive power capability is enlarged without the use of capacitor banks.

## 4.4 HVRT Mode

If the generation plant is asked to reject an overvoltage event in a period of time of 1-4 seconds, then our recommendation is to let the PPC control the overvoltage by itself. However, if faster dynamics is needed, then High Voltage Ride Through algorithm (HVRT) can be enabled at inverters. Considerations previously discussed for LVRT mode are also valid in HVRT mode, since LVRT and HVRT are somehow symmetric control modes.

A fundamental feature of the standard LVRT/HVRT modes is that inverters contribute positively to the grid with a proportional decrease/increase of reactive current during the disturbance. However, as previously explained, for the correct functioning of the algorithm, the remaining voltage during the disturbance should never recover (above the LVRT voltage threshold in LVRT, or below the HVRT voltage threshold in HVRT) due to inverters' contribution. It is the disturbance itself which has to vanish, taking the voltage within the correct voltage band in the end (above LVRT voltage threshold and below HVRT voltage threshold). Thus, standard LVRT/HVRT modes rely in the fact that disturbances start and end by their selves. Once the disturbance ends, inverters go out from LVRT/HVRT mode and recover to pre-disturbance state.

Normally, fault events have a specific beginning (when the fault is applied) and a specific ending (when the fault is cleared), so LVRT mode is the optimum solution for fault events. However, we doubt if overvoltage events always have a specific ending as fault events have. Our understanding is that real overvoltage events, among others, are caused by:

- Resistive loads or inductive loads disconnection
- Capacitor banks connection

Loads and capacitor may stay disconnected or connected during hours. So, the overvoltage caused by a load disconnection or capacitor bank connection may not have a specific ending.

This is the reason why standard HVRT mode might not the optimum solution to deal with long overvoltage events, as this control strategy could force the inverters to get stuck in HVRT mode during a long period of time waiting for the disturbance to end by itself. In order to avoid this possible undesired effect, our recommendation is to reserve HVRT mode for short overvoltage events. This can be done by configuring the HVRT voltage threshold limit close to v=1.2 pu as at this voltage level the expected overvoltage length should be lower or equal to 2 seconds.

## 4.5 Voltage Harmonics

THD voltage harmonics background at POC prior to the generation plant connection may influence the performance of the inverters in low SCR grids.

With low THD voltage background at POC (below 1.5 %), inverters will show good current harmonics performance with low THD in the injected current.

With higher THD voltage background at POC, inverters will still correctly operate though the THD in the injected currents may increase due to the disturbance that the voltage harmonics represent for the inverter control. This THD current increase may be positive for the grid and reduce the THD voltage harmonics at POC due to the following effect:

High THD in the grid voltage are usually caused by nonlinear loads that consume current harmonics. In weak grids, these harmonics have to be transported from a far grid point, leading to voltage droops in grid impedances and so, to voltage harmonics.

If the THD of the currents injected by inverters increase due to the voltage harmonics, then the THD in the POC voltage will tend to be alleviated. The reason behind is that the current harmonics injected by the inverters will feed the nonlinear loads which are near the generation plant. Thus, part of the harmonics needed by these loads do not have to be transported from a far grid point of the grid and do not lead to voltage drops in the grid impedance.

## 4.6 Active Anti-Islanding Algorithm

Grid-following inverters are usually asked to implement an active anti-islanding algorithm. There are many active anti-islanding strategies, but all of them need to disturb the voltage in the connection point in order to distinguish between on-grid and off-grid operation. The impact of this disturbance may be unappreciable in strong grids but can lead to undesired distortion in low SCR grids. Thus, disabling active anti-islanding algorithm is recommended for low SCR operation.

Disabling the active anti-islanding algorithm in grid-following inverters does not mean that the generation plant will stay connected during off-grid operation. Grid-following inverters work as current sources that need a previous grid voltage to operate in grid-tied mode. If these inverters are forced to work in off-grid operation, either the voltage amplitude value or either the frequency of the grid will decrease or increase according to the mismatch between inverters generation and the remaining loads. This fact will force inverters to stop in off-grid

operation due to voltage or frequency out of range. This feature is known as passive anti-islanding algorithm and is perfectly compatible with low SCR operation.

Active anti-islanding algorithm may have sense in low power applications in residential environment, but it is not adequate for large scale generation plants. If passive anti-islanding algorithm are not sufficient to assure the plant generation stop in large scale generation plants and low SCR, we consider that other anti-islanding strategies such as coordinating the opening of feeding lines with the PPC so that it sends a stop signal to inverters are easy to implement and will show a the most robust and reliable behavior.

For grid-forming inverters are supposed to be able to operate in islanding mode or off-grid operation, so active-islanding algorithms are not suitable for this control technology.

# 5 GRID CONNECTION POINT AND COMPATIBILITY STUDY OF SOLAR PV PLANT

To guarantee a stable and reliable performance of a generation plant in low SCR scenarios it is important to make a deep simulation study that represent the dynamics of the grid connection point (including the rest of generators, bank capacitors and critical loads) and the generation plant. Thus, the correct sizing and configuration of INGECON SUN 3Power C Series inverters & INGECON SUN Plant Controller can be designed and tested.

RMS software such as PSSE might not be the correct tool to represent the interaction between the inverters of the grid for SCR values lower than 3, since the time steps are relatively high (milliseconds), inner fast control loops of inverters cannot be accurately modelled, and asymmetrical grid conditions are not accurately represented.

EMT software such as PSCAD is more accurate for this purpose, as it can represent the inner fast current control loops of the inverters and so the transient stability of the system in the whole frequency range.

*NGETEAM* provides RMS and EMT models in PSSE and PSCAD software (among others) which accurately represent the behavior of INGECON SUN 3Power C Series inverters & INGECON SUN Plant Controller. Parameters regarding LVRT/HVRT modes, P vs. F algorithm, Q vs. V and Q vs. P limiting curves, RMS Voltage strategy and others can be configured by the user to get the best performance and compatibility with the grid connection point. For this configuration process, please count on *INGETEAM*'s support.

# Anexo 7. Amortiguamiento de Oscilaciones

# CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO DE OSCILACIONES

**NDA REQUIRED**

## Tabla de contenido / *Table of contents*

1 Background ..... 3
2 Control loops damping capability ..... 4
2.1 Description ..... 4
2.2 Results ..... 4
3 Dedicated POD module ..... 7
4 Conclusions ..... 8

# 1 Background

The Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge (MITECO) in Spain has released an auction process for hybridize renewable generation plants with innovative storage projects.

Projects will be awarded based on completion timelines, socio-economic and environmental considerations. The auction process will also take into account the projects capability to positively impact on the power system quality and regulation. In that sense, Appendix IV of the auction lists a set of areas in which the projects can provide this kind of power quality services, and requires information on each area related to the capability of the project to provide support to the power system.

One of the items described in Appendix IV relates to the project ability to damp the oscillatory modes of the system and the inclusion of a power oscillation damping (POD) unit. This section of Appendix IV requires information related to the available control algorithms to improve the system damping. The required information is summarized below:

- Availability of oscillation damping controls.
- Availability of reactive power based POD.
- Availability of active power based POD.

The present document describes the characteristics of the INGETEAM inverter and power plant controller (PPC) related to the power system oscillation damping capability, which can be provided either by the built-in control loops or by means of a dedicated POD module.

# 2 Control loops damping capability

## 2.1 Description

Power oscillation damping controls are typical structures used with large synchronous generators, where turbine speed oscillations are directly related to power oscillations in large systems. However, inverter-based generation has important differences that makes it necessary to analyze how to address, in a proper way, the expected functionalities of these control systems. The main reasons for such particular analysis are basically:

- There is no inner speed that may serve as observer, and there is no natural relation between the power oscillations and such inner speed.
- Inverter controls have an extremely adaptiveness to frequency changes in the grid.
- Inverter-based generation use powerful control systems that allows almost any required response for every likely event in the grid.
- Inverter-based generation is usually controlled as a current source, and therefore power oscillations will be directly related to the voltage oscillations.

Based on the above, it can be seen that the classical approach based on the rotor speed or angle oscillations might not be the most appropriate for an inverter-based system, but the focus should be set on the capability of stabilizing the voltage, leading to a stable power output.

In that sense, INGETEAM control loops have been designed including enhanced voltage stabilization capability in order to ensure that potential grid voltage oscillations can be damped without the need for extra dedicated loops. When both INGETEAM inverters and PPC are used together, reactive power control is performed in a coordinated way between both elements, maximizing the damped frequency range. Together with the PPC built in voltage control loops, which provides adequate damping in the low frequency range, inverter includes a local disturbance rejection loop which is able to act over higher frequencies which could be problematic for the PPC loops. Both elements act in a coordinate way so that the disturbance rejection and voltage stabilization capabilities are improved, while ensuring fast and accurate reference tracking.

These enhanced capabilities result in a natural voltage oscillation damping which contributes to the system capability to damp power oscillations at POC.

It should be noted that, in order to perform this coordinated stabilization control action, both inverters and plant controller must be provided by INGETEAM. If the inverters are governed by other manufacturer PPC, the inverter disturbance rejection action will be disabled since satisfactory control coordination cannot be guaranteed.

## 2.2 Results

The scope of this section is to validate the voltage stabilization capability by measuring the response of the system to oscillations in the range of 0.1-12 Hz. First, a frequency disturbance sweep is performed in a weak grid scenario. A SMIB (Single Machine Infinite Bus) scenario is tested, in which sustained oscillations of variable frequency are introduced in the grid voltage source and the amplification of the control loops is measured as the ratio between the resultant POC oscillation and the original grid oscillation. A simplified scheme for the proposed test is shown in Figure 1.

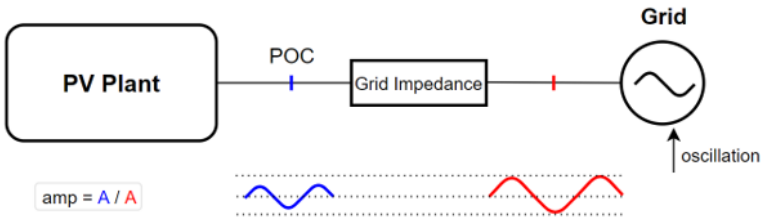



Figure 1. Frequency sweep test scheme.

The oscillations are applied consecutively, maintaining each of them until the system is stabilized. If the measured amplification is smaller than 1, it means that the control is able to attenuate the oscillation, while a ratio larger than 1 would imply that the control loop is amplifying the oscillation. Figure 2 shows the obtained results. Upper figure depicts the oscillation frequency in Hz, while lower figure shows the achieved attenuation.

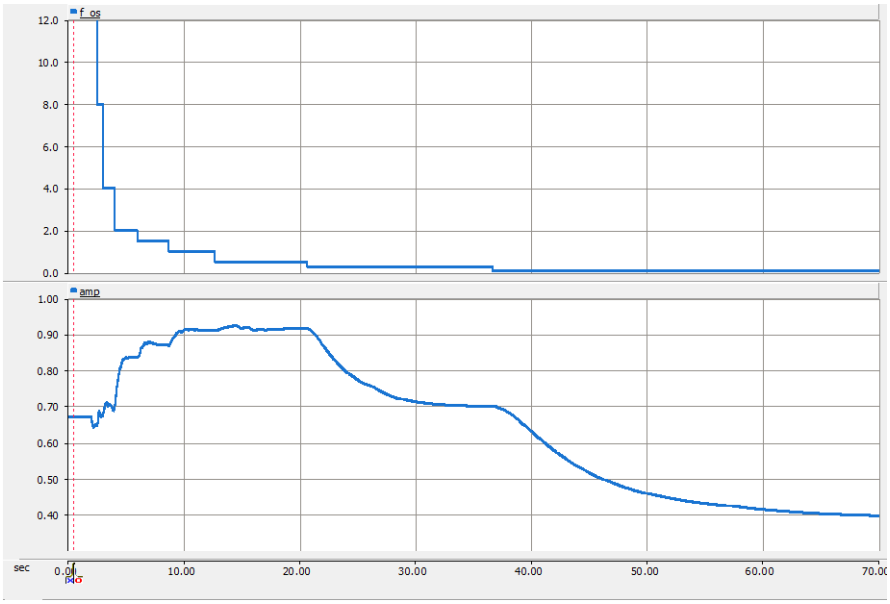



Figure 2. Frequency sweep results.

As it can be seen, the system is able to attenuate the oscillation (amp < 1) and maintain stability under every tested frequency. Attenuation is obtained even in the range of 0.2-2 Hz, which is usually indicated to prove troublesome for the state-of-the-art controls governing inverter-based plants. The obtained attenuation values are shown in Table 1.

Table 1. Frequency sweep results.

| Oscillation freq (Hz) | Amp ratio |
|---|---|
| **12** | 0.65 |
| **8** | 0.67 |
| **4** | 0.69 |
| **2** | 0.85 |
| **1.5** | 0.88 |
| **1** | 0.92 |
| **0.5** | 0.92 |
| **0.25** | 0.70 |
| **0.1** | 0.40 |

Apart from the frequency sweep test, the control loop is tested under undamped oscillatory conditions. To that end, a feedback loop is added to the grid voltage source. This feedback loop amplifies oscillatory components, providing maximum amplification of 52 dB at 8 Hz. The objective of this feedback loop is to feed and amplify any grid disturbance again into the grid generator. A simplified test scheme is shown in Figure 3.

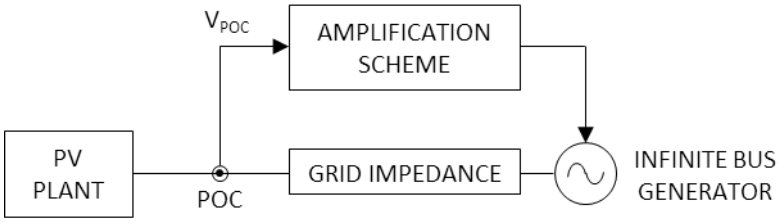



Figure 3. Disturbance amplification scheme.

Although the used amplification scheme is extremely aggressive and probably not realistic, it allows testing the model under extreme oscillatory conditions in order to verify the control loop damping capability. Test results are shown in Figure 4. First, system is connected and allowed to reach steady state conditions. At t=7s, a small disturbance is applied, therefore exciting the amplification scheme. When the disturbance rejection control loop is not enabled, oscillatory components can be seen since the plant is connected, leading to instability once the disturbance is applied. On the other hand, when the disturbance rejection capability is enabled, the system provides positive damping and is able to reject the oscillatory disturbances.

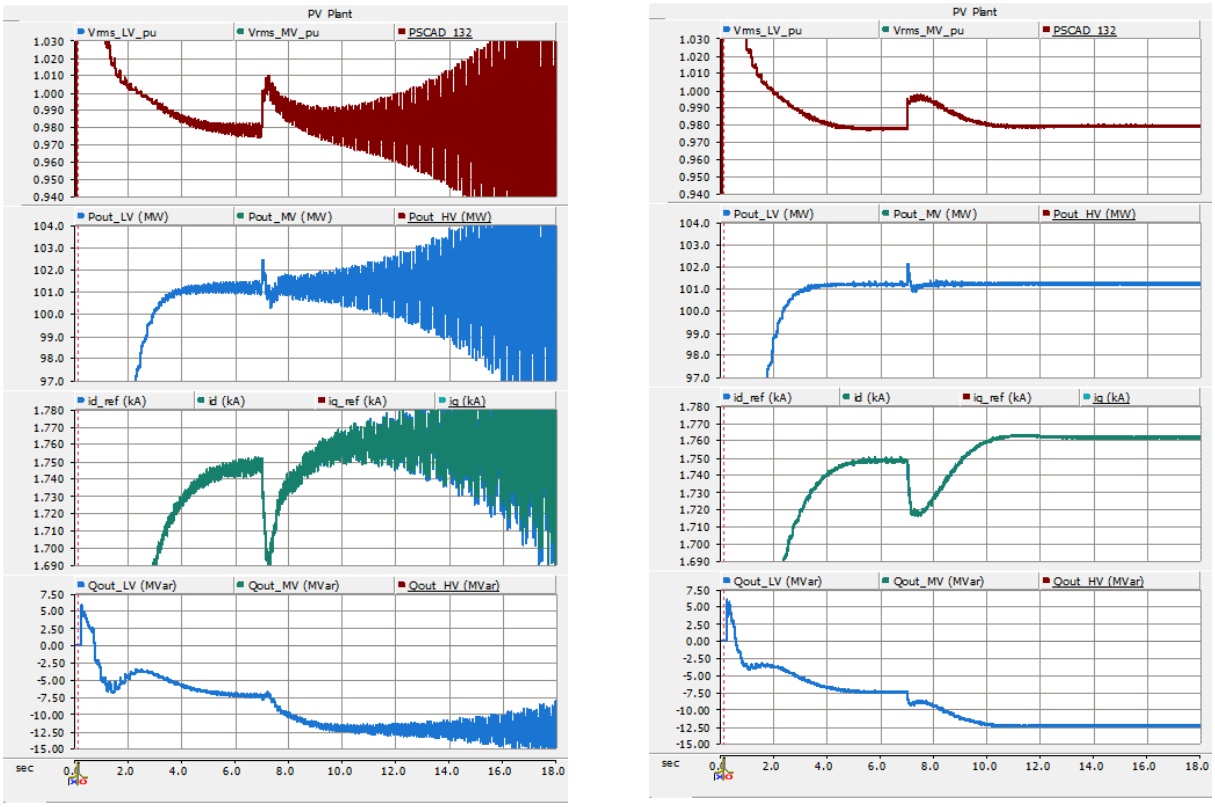



Figure 4. Oscillation amplification test results. a) Disturbance rejection disabled. b) Disturbance rejection enabled.

# 3 Dedicated POD module

In previous section, the standard control damping capability has been demonstrated. The INGETEAM inverter and PPC main control loops are able to provide oscillation damping capability at POC, therefore avoiding the need for extra dedicated controls. However, in some cases it can be required to include specific POD control algorithms. In that sense, INGETEAM PPC includes the possibility of implementing a dedicated POD module such as the one depicted in Figure 5 in addition to the standard power regulators.

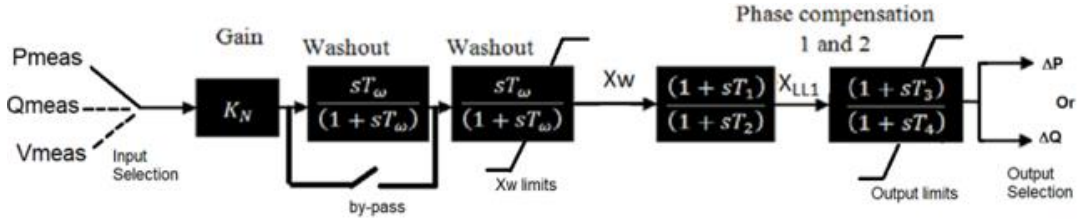



Figure 5. POD control module block diagram.

As it can be seen, the input for the POD controller can be selected among available active power, reactive power and voltage measurements. Once the POD controls are executed, the POD output can be sent to the active power controller (ΔP) or the reactive power controller (ΔQ) and added to the setpoint. Hence, it can be considered either a POD-P or POD-Q depending on the input-output combination selected.

The implemented POD structure includes the following elements:

- Configurable control gain
- Two stages of washout filtering with configurable time constants. One of the washout filters can be bypassed, and the filter output can be limited to a configurable magnitude.
- Two lead-lag type blocks for phase compensation with fully configurable time constants. They can also be bypassed by appropriate parameter selection, and the output can be limited.

Thus, the proposed POD structure offers flexibility in order to tune the control module based on the specific site conditions, critical modes, and plant characteristics. It should be noted that the achieved damping capability is subjected to the adequacy of the selected parameters and the grid conditions, which can vary during the plant operation.

It is also worth noting that the POD inputs can be provided either from the point of connection measurements, or sent by an external agent. For example, the POD action can be based on the active power oscillation measured at a specific grid point. If that is the case, it must be ensured that the measurements are provided with minimum delay and enough sampling rate so the control can be correctly executed. Otherwise, damping action would be unachievable.

The selection of the inputs/outputs, control module parameters (time constants and gains) and management of the controller is made externally via SCADA or RTU modifying the corresponding MODBUS registers.

# 4 Conclusions

The present document describes the available control algorithms in INGETEAM products in order to improve the oscillation damping capability. It has been shown that the built-in control loops include voltage stabilizing capability algorithm, which allows fast disturbance voltage rejection at inverter level, while ensuring coordination with the classical PPC control approach, which is needed in order to track the desired set-points at POC in steady state.

This stabilization capability has been tested against a variety of grid oscillations. The obtained results prove that the PV Plant is able to provide effective attenuation in oscillations in the range of 0.1-12 Hz, while maintaining the control dynamics and robustness in every other situation.

In addition to the described stabilization capability, INGETEAM offers the possibility of implementing a classical POD scheme in case it is requested. The proposed structure allows flexible implementation and tuning, making it adjustable to different grid locations and conditions.

# Anexo 8. Ingeteam BESS Control

Ingeteam

*READY FOR YOUR CHALLENGES*

**www.ingeteam.com**

# CONTROL STRUCTURE

- PPC : Power Plant Controller ( Plant level control )
- PS : MV Power station level control
- ESS : LV Energy Storage System AC & DC control

# COMMUNICATION STRUCTURE

- OPC UA
- EAP (Beckhoff propietary Protocol)
- MODBUS TCP

# COMMUNICATION PROTOCOLS

- TCP/IP - MODBUS - IEC 60870-5-104 – EAP - OPC (UA or DA)

# APPLICATIONS

- High Demanding Time Response Applications (150ms)
  - Inertia Improvement / Fast Frequency response / Grid Forming Networks Generation
- Independency of number of PS, Amount of MWs

# CONTROL STRUCTURES

- **PPC : Power Plant Controller ( Plant level control )**
- **PS : MV Power station level control**
- **ESS : LV Energy Storage System AC & DC control**

# BESS CONTROL STRUCTURES

## CENTRAL CONTROL CABINET : Within safe perimeter

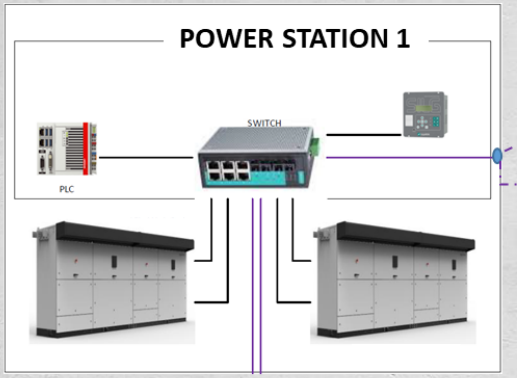
1. PLC
   1. Power Plant Controller
2. PC1
   1. BESS HMI - SCADA (including POC signals provided by Customer)
   2. Data historian logger / register

PLC

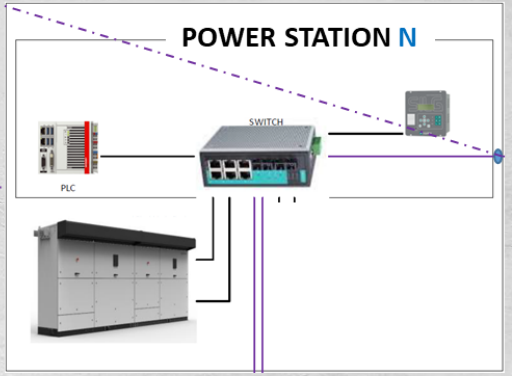
Main Switch

POC meter device

CUSTOMER
1. Firewall router with remote access :
   1. Bidding system
   2. Shell remote access
   3. Customer remote access
   4. Ingeteam access
   5. O&M access
2. POC elements
   1. Switchgears
   2. Metering
   3. Protections
   4. Safe DC system
3. Communication cabinet :
   1. Utility 1
   2. Utility 2
   3. ...
4. Meters




to Battery´s BMS




to Battery´s BMS

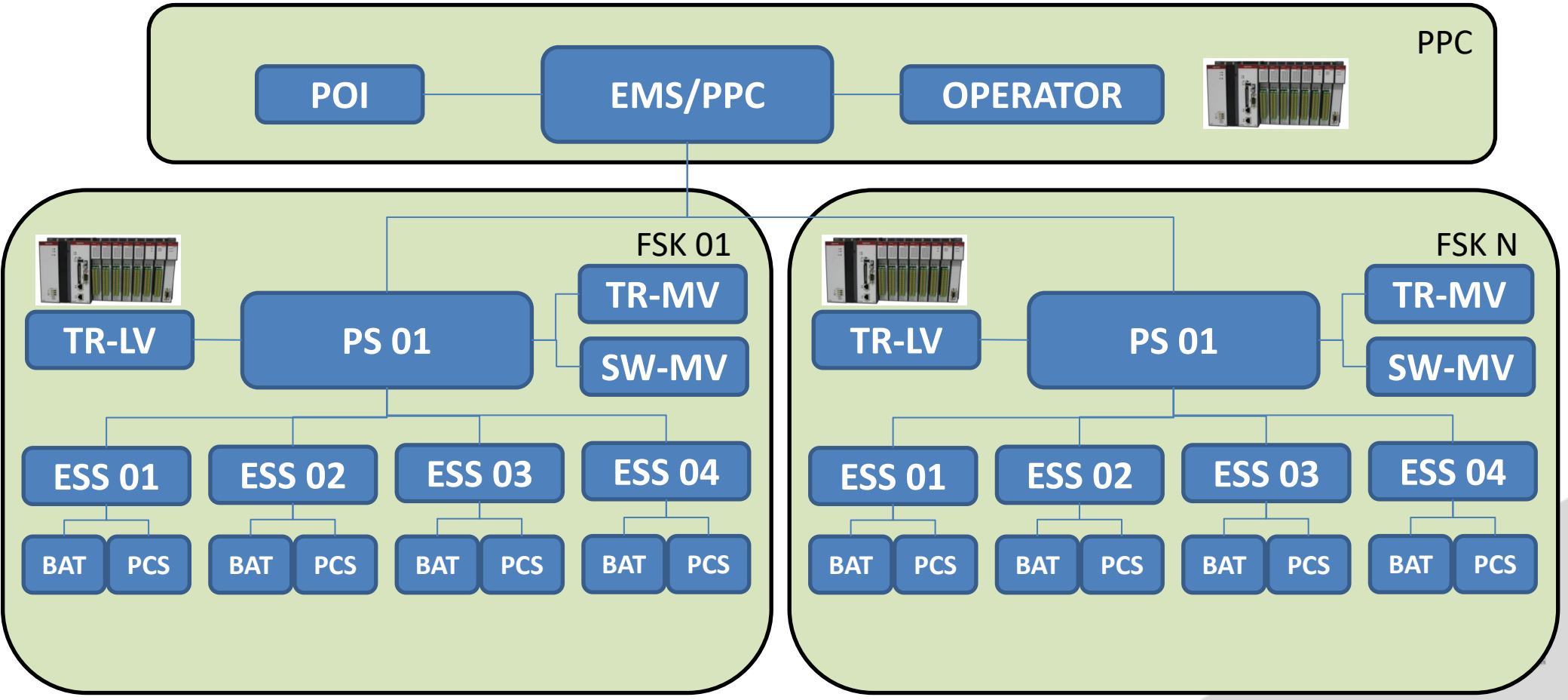
**DISTRIBUTED CONTROL**

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES

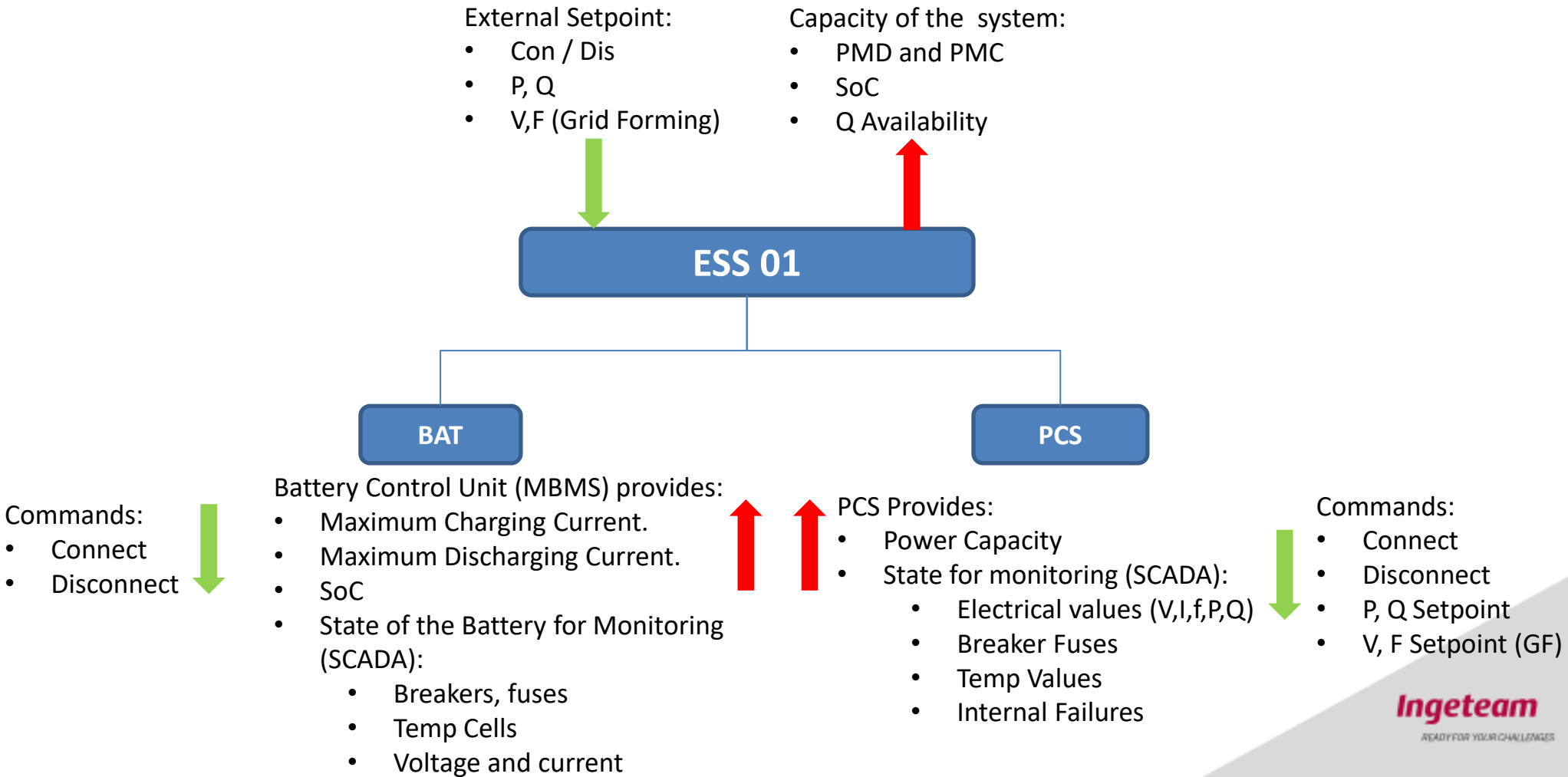
**Current State** We are using 3 level control Structure

- PPC : Power Plant Controller
- PS : Power Station
- ESS : Power Converter / Battery



# BESS CONTROL STRUCTURES (ESS)

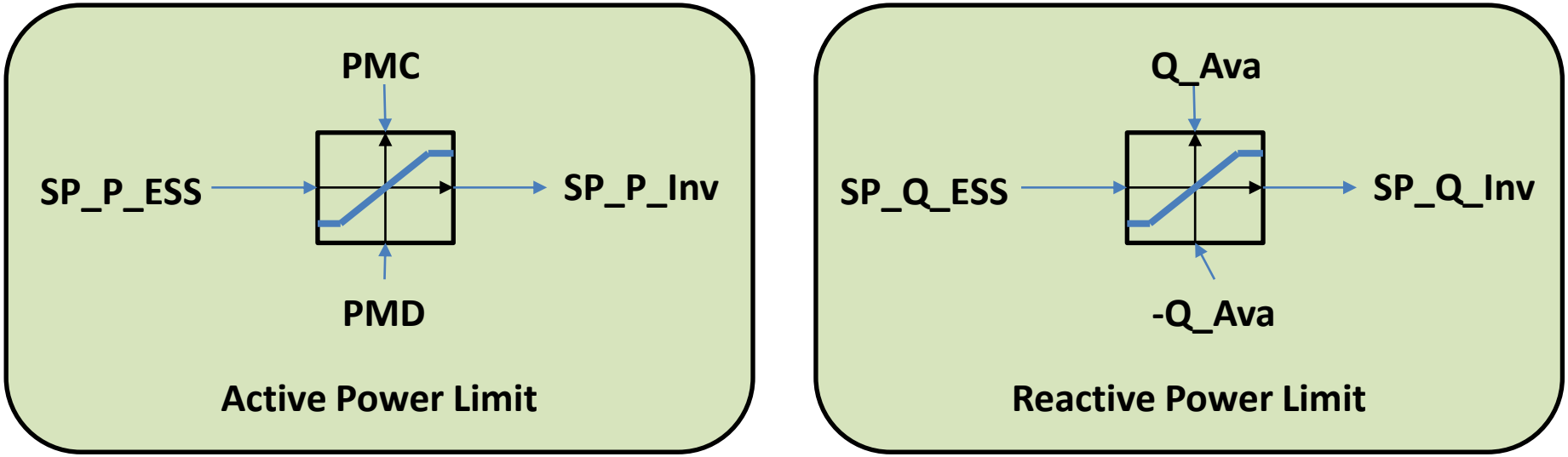
**ESS Control Structure** is the responsible to control each inverter taking into account all the constraints of the Battery and inverter under this structure. Also is the control structure responsible of the communication with the Inverter and Battery under Its control.




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

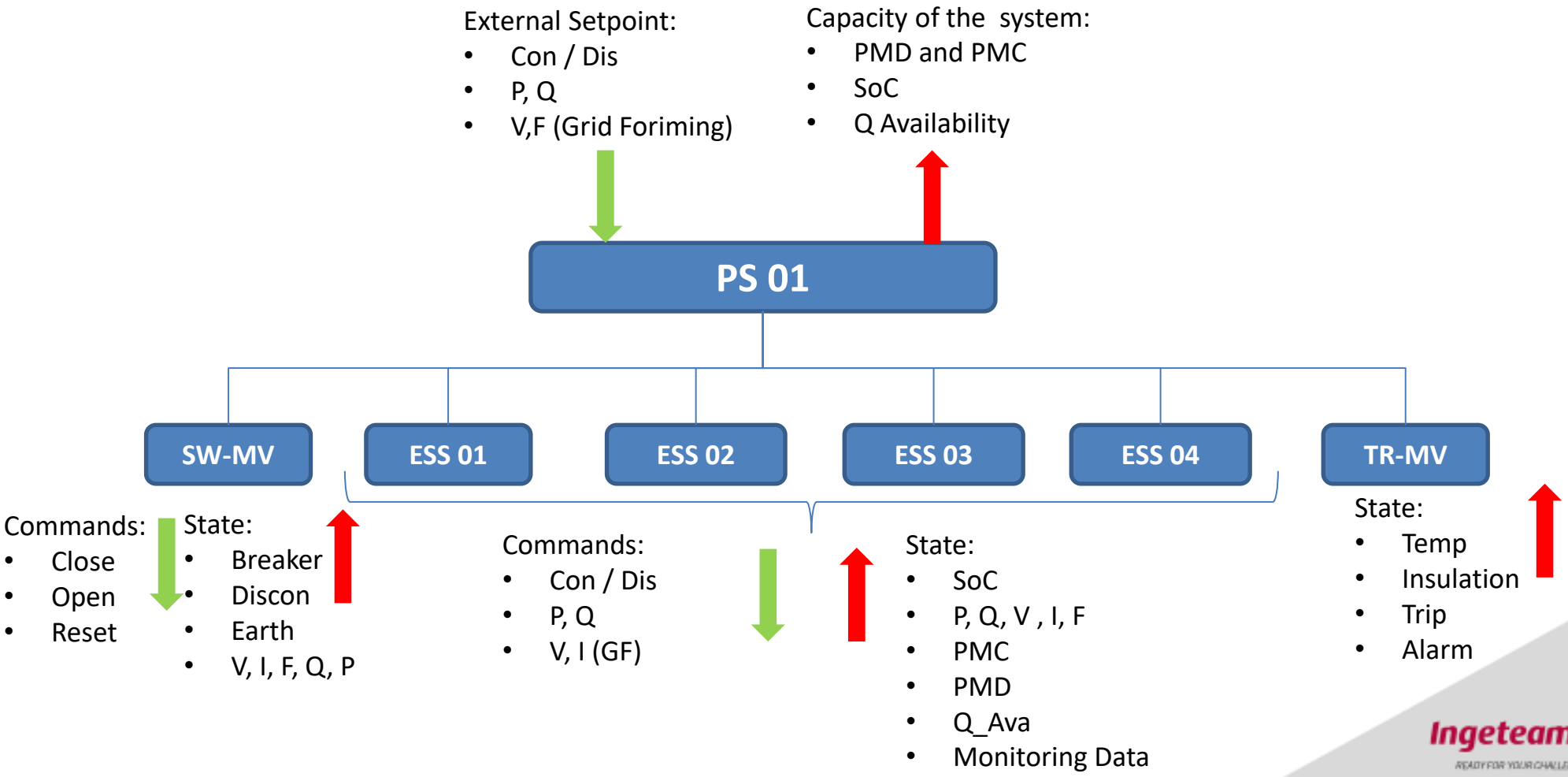
# BESS CONTROL STRUCTURES (ESS)

The Basic control diagram of **ESS Control Structure** could be the following one:



# BESS CONTROL STRUCTURES (PS)

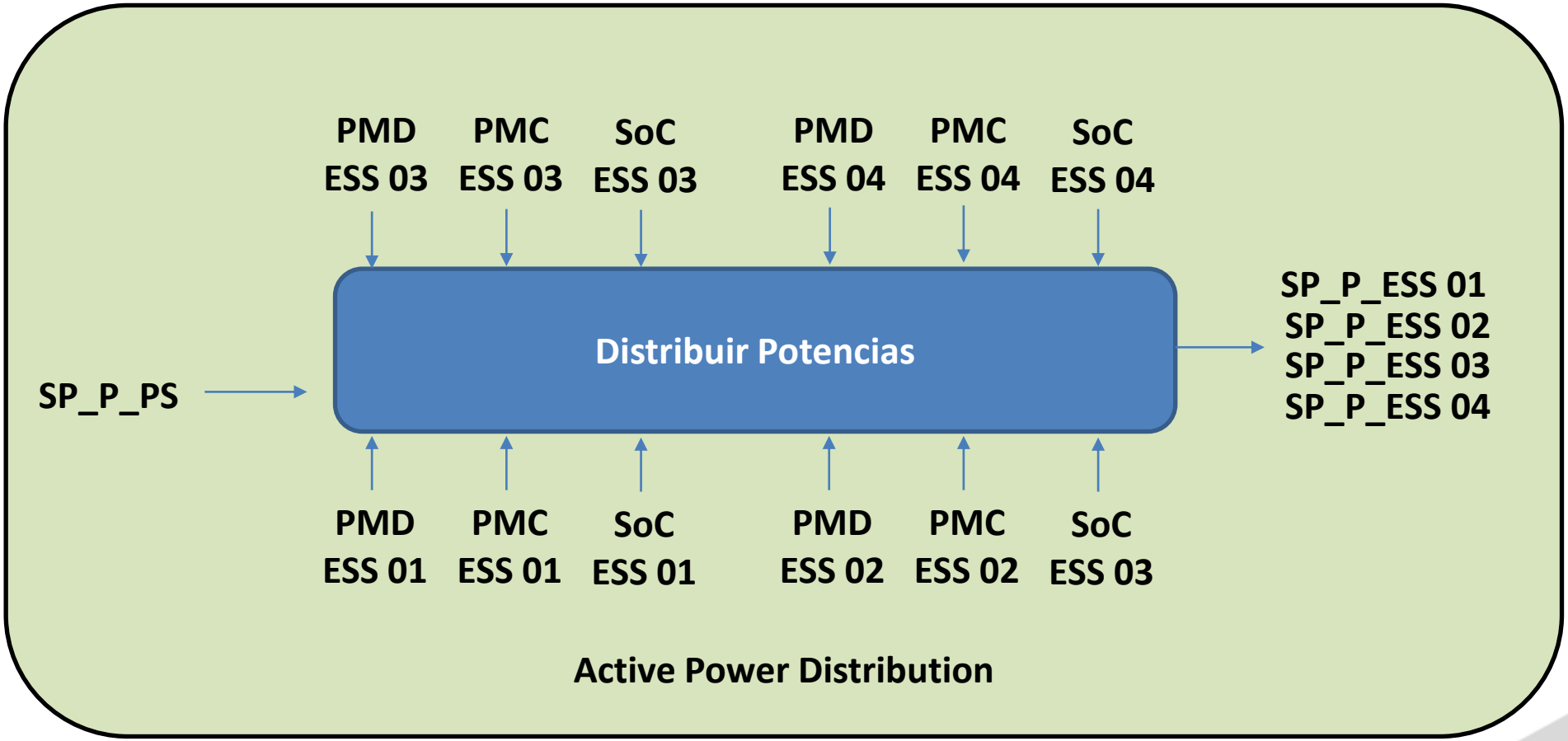
**Power Station Control Structure** is the responsible to control each ESS taking into account all the constraints of the ESS and TR and MV limitations.




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PS)

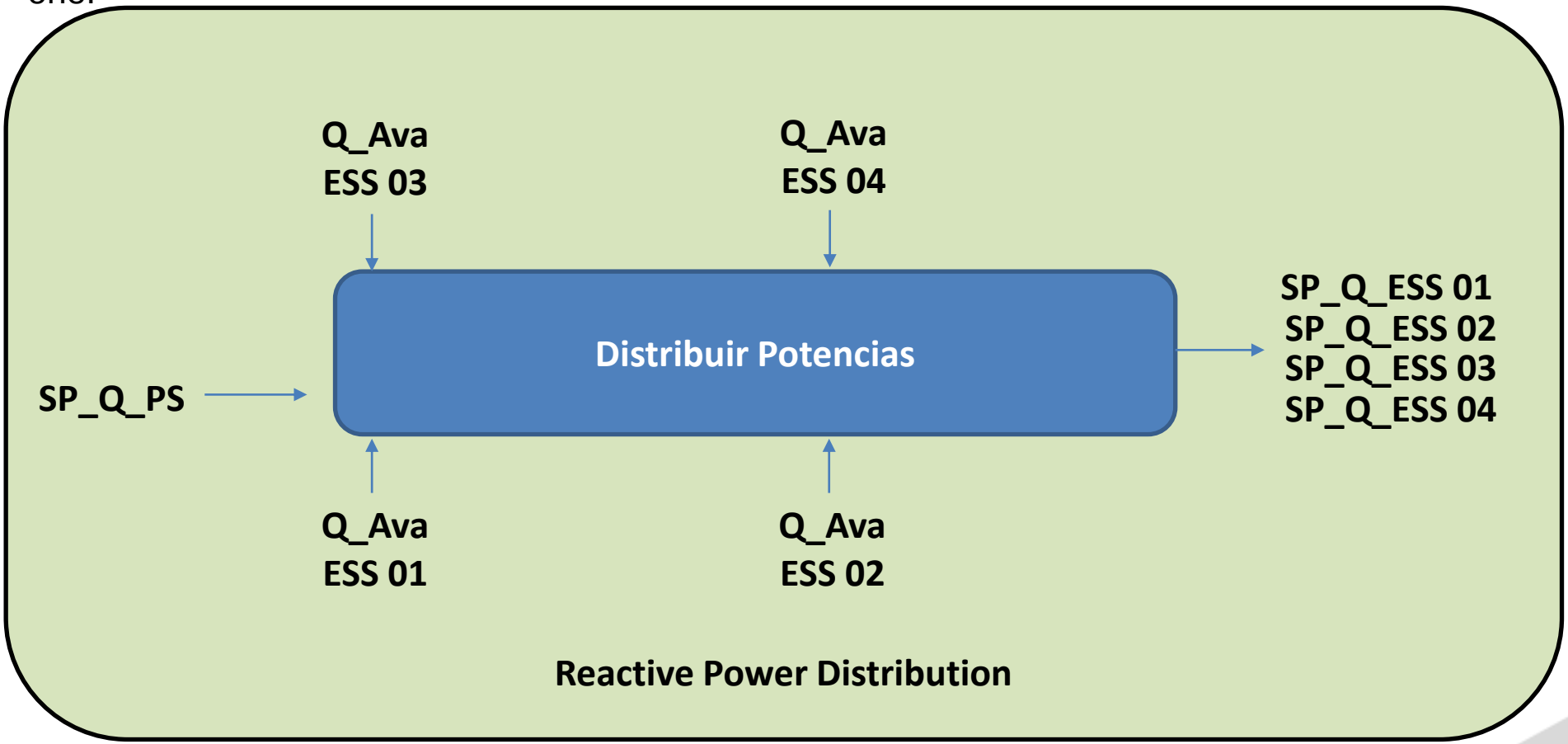
The Basic control diagram of **PS Control Structure for Active Power** could be the following one:




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

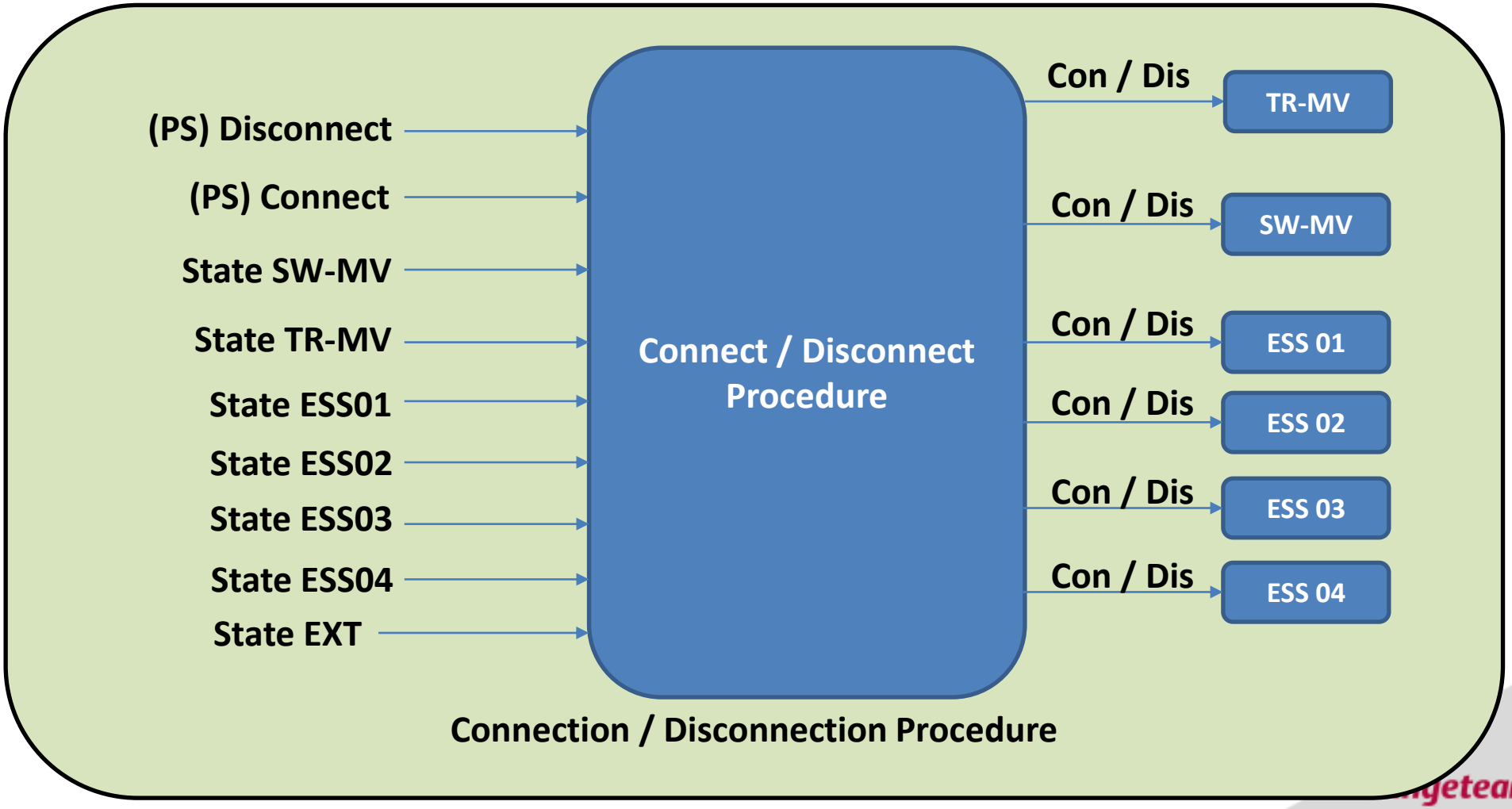
# BESS CONTROL STRUCTURES (PS)

The Basic control diagram of **PS Control Structure for Reactive Power** could be the following one:



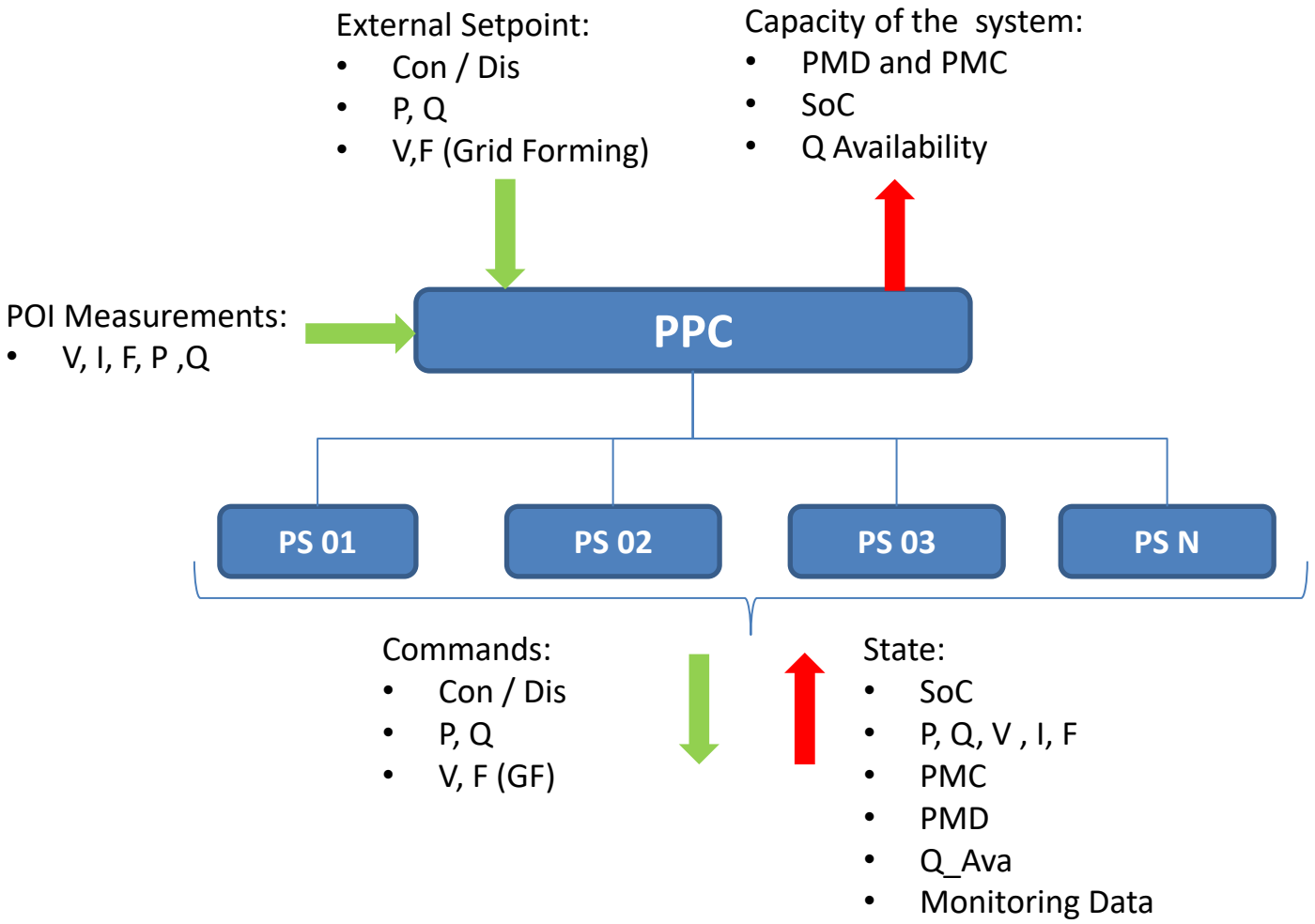
# BESS CONTROL STRUCTURES (PS)

The Basic control diagram of **PS Control Structure for Connnection / Disconnection Procedure** could be the following one:



# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

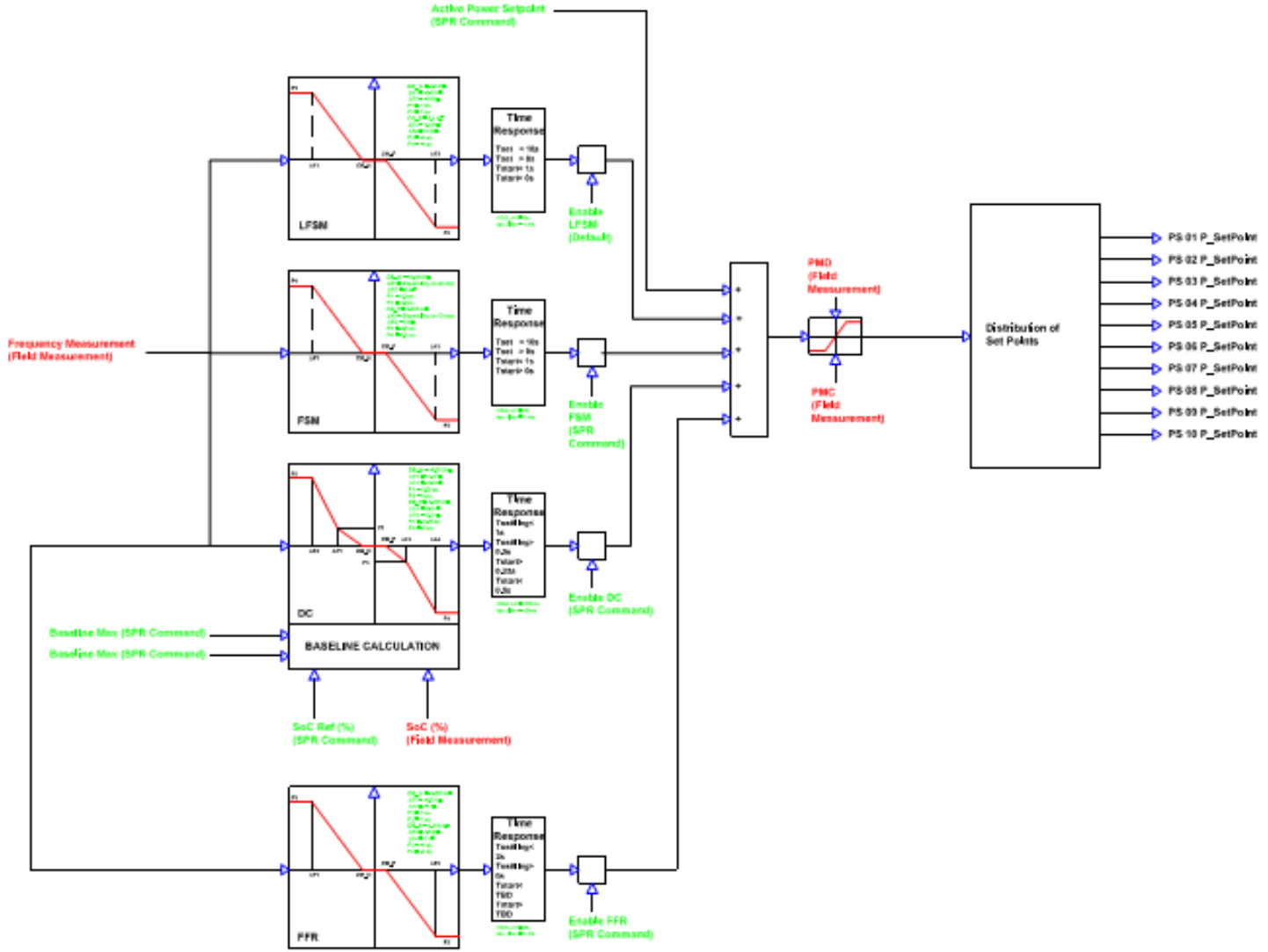
**PPC Control Structure** is the responsible to control each PS taking into account all the constraints of the PS and POI limitations.




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

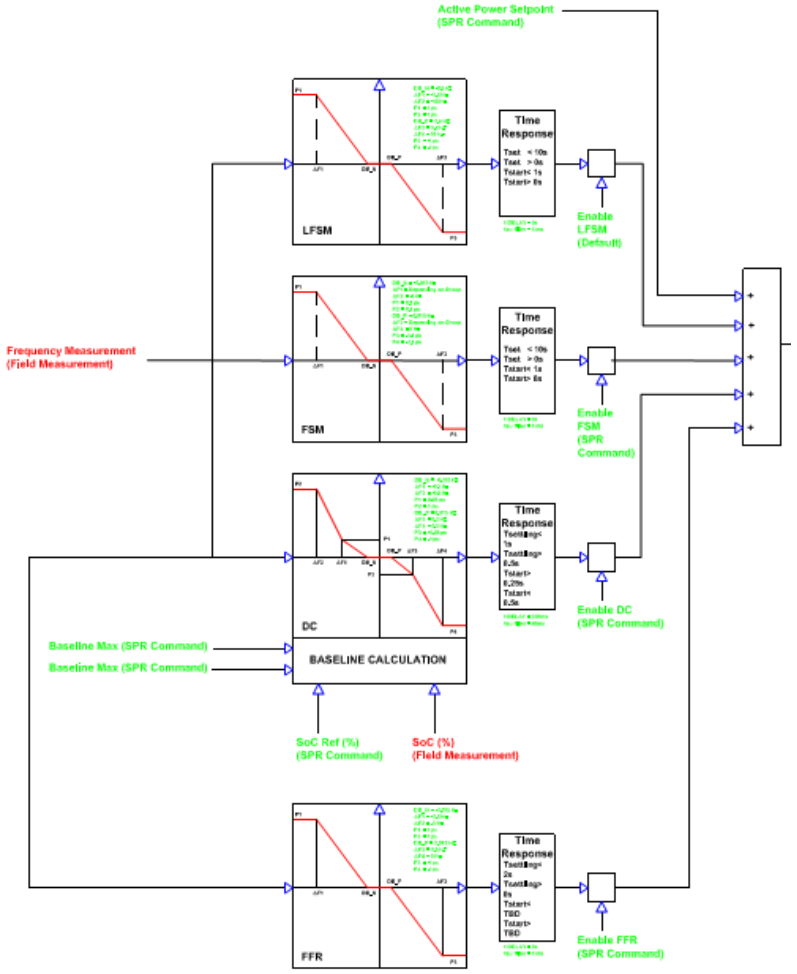
The Basic control diagram of **PPC Control Structure for Active Power** could be the following one:




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

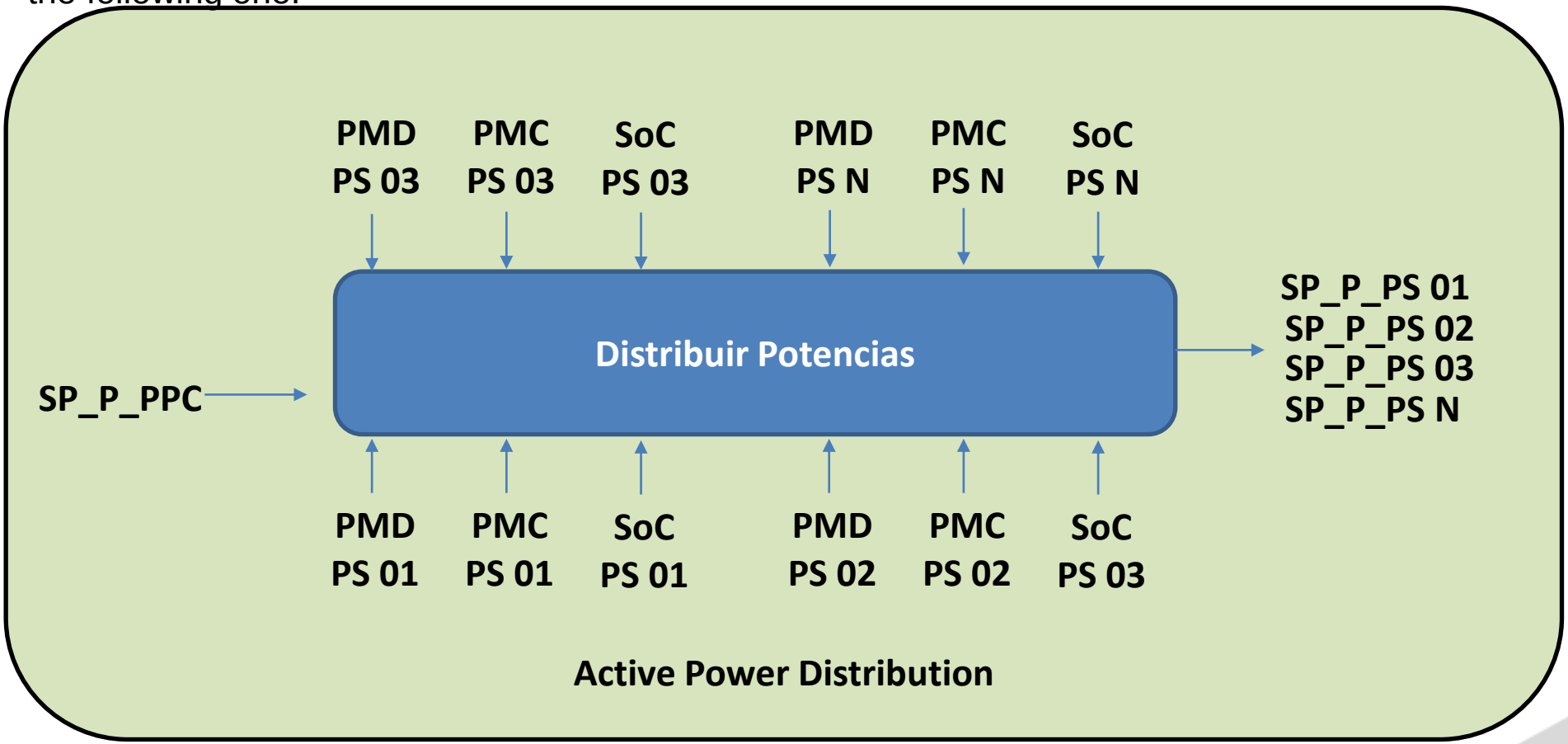
The Basic control diagram of **PPC Control Structure for Active Power Functions** could be the following one:




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

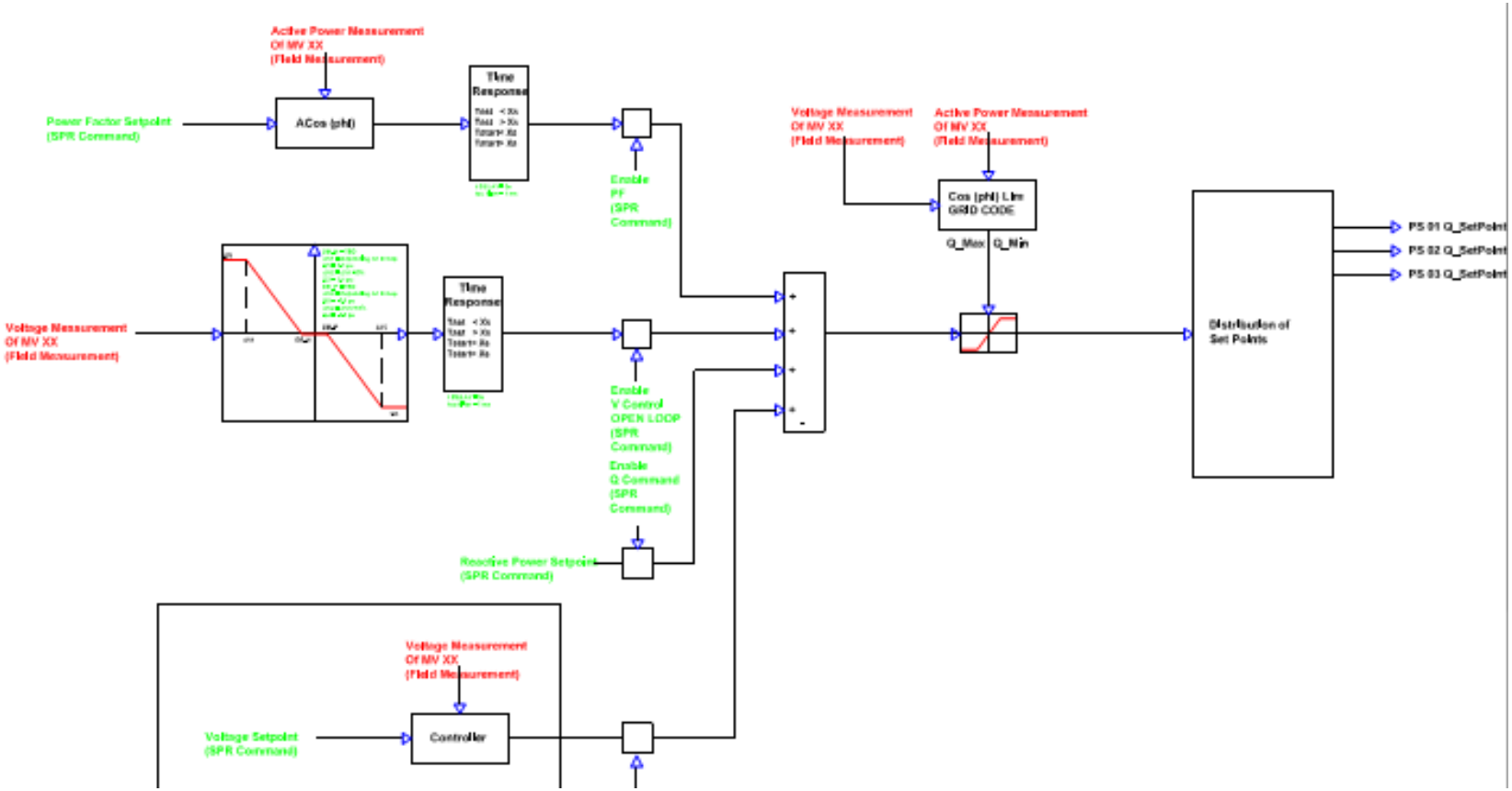
The Basic control diagram of **PPC Control Structure for Active Power Distribution** could be the following one:




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

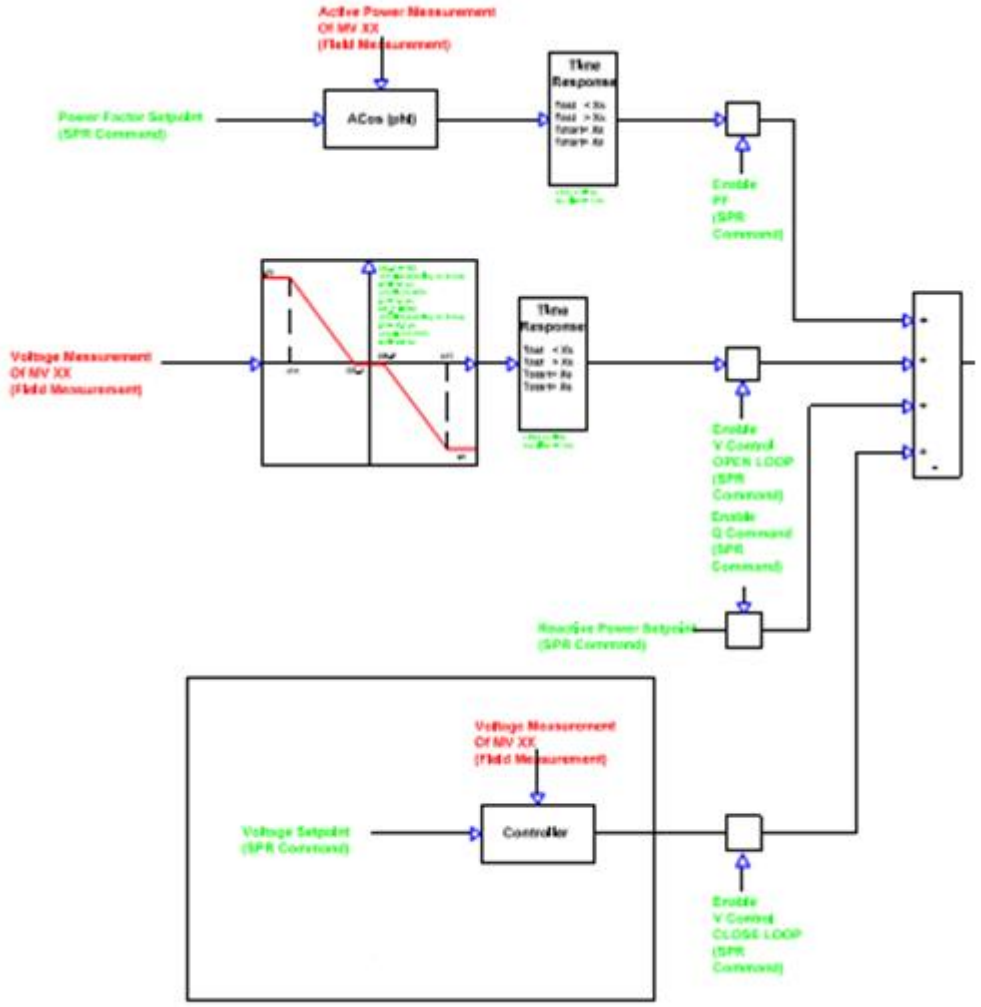
The Basic control diagram of **PPC Control Structure for Reactive Power** could be the following one:




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

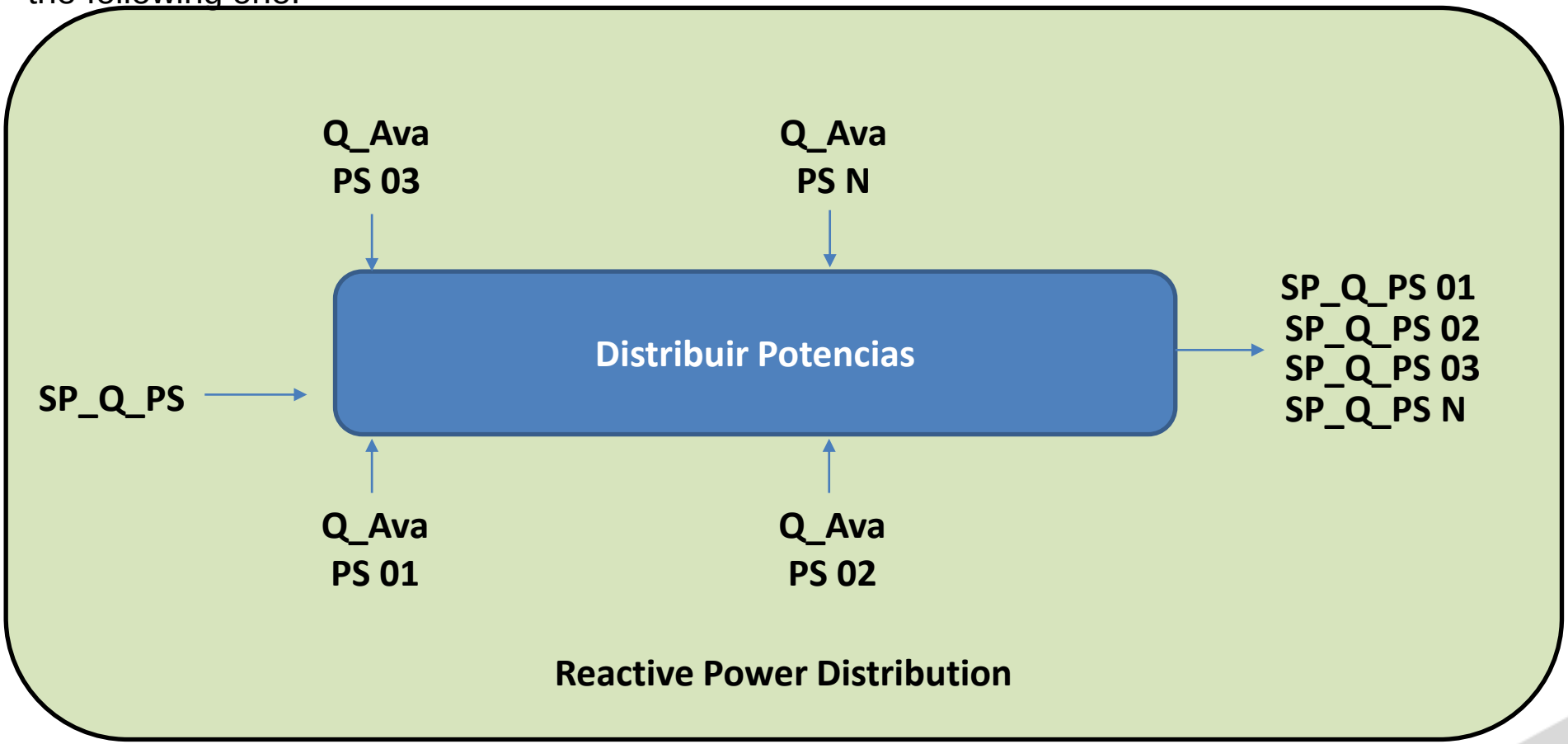
The Basic control diagram of **PPC Control Structure for Reactive Power Functions** could be the following one:




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

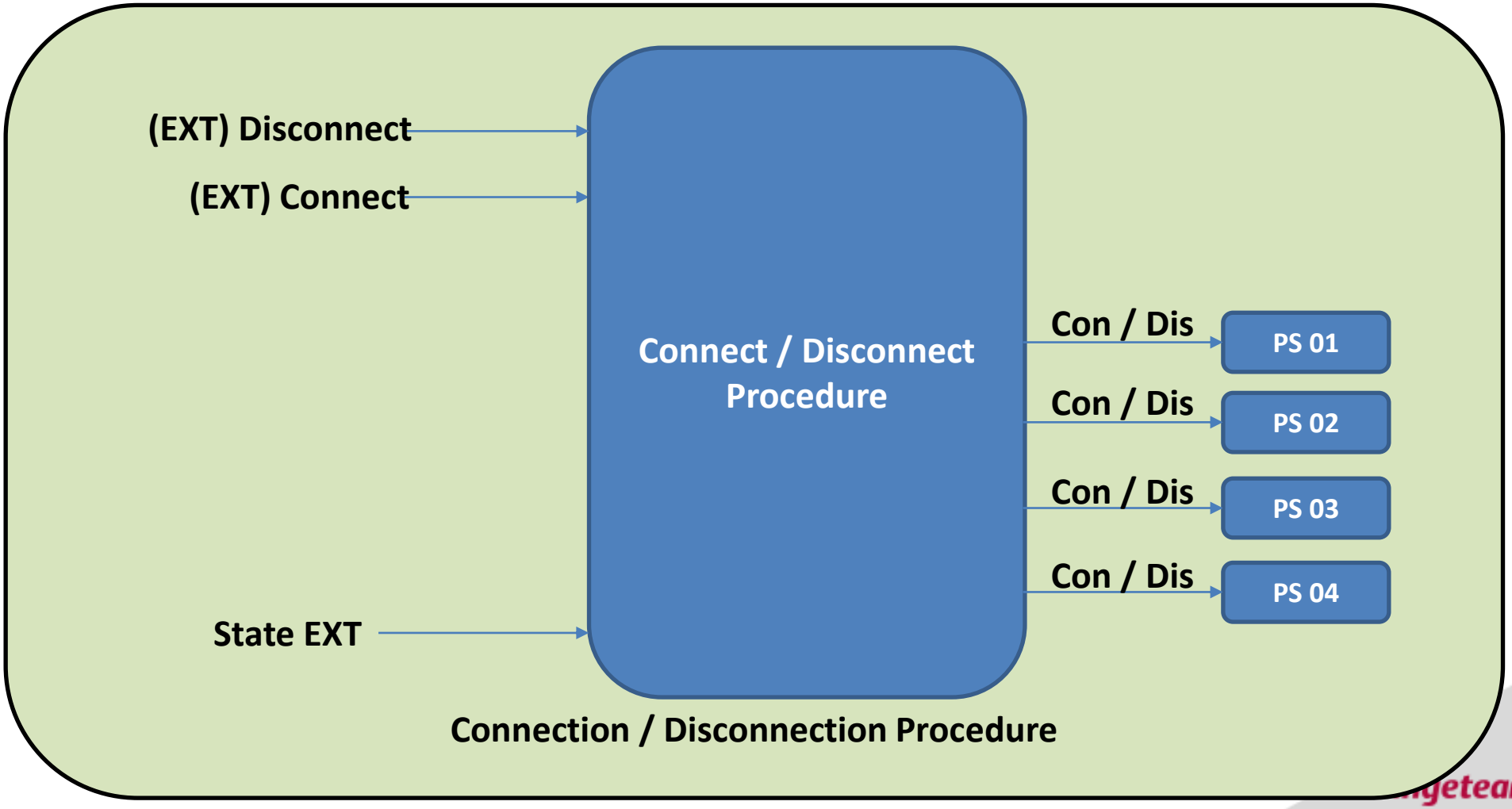
The Basic control diagram of **PS Control Structure for Reactive Power Distribution** could be the following one:




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (PPC)

The Basic control diagram of **PPC Control Structure for Connnection / Disconnection Procedure** could be the following one:



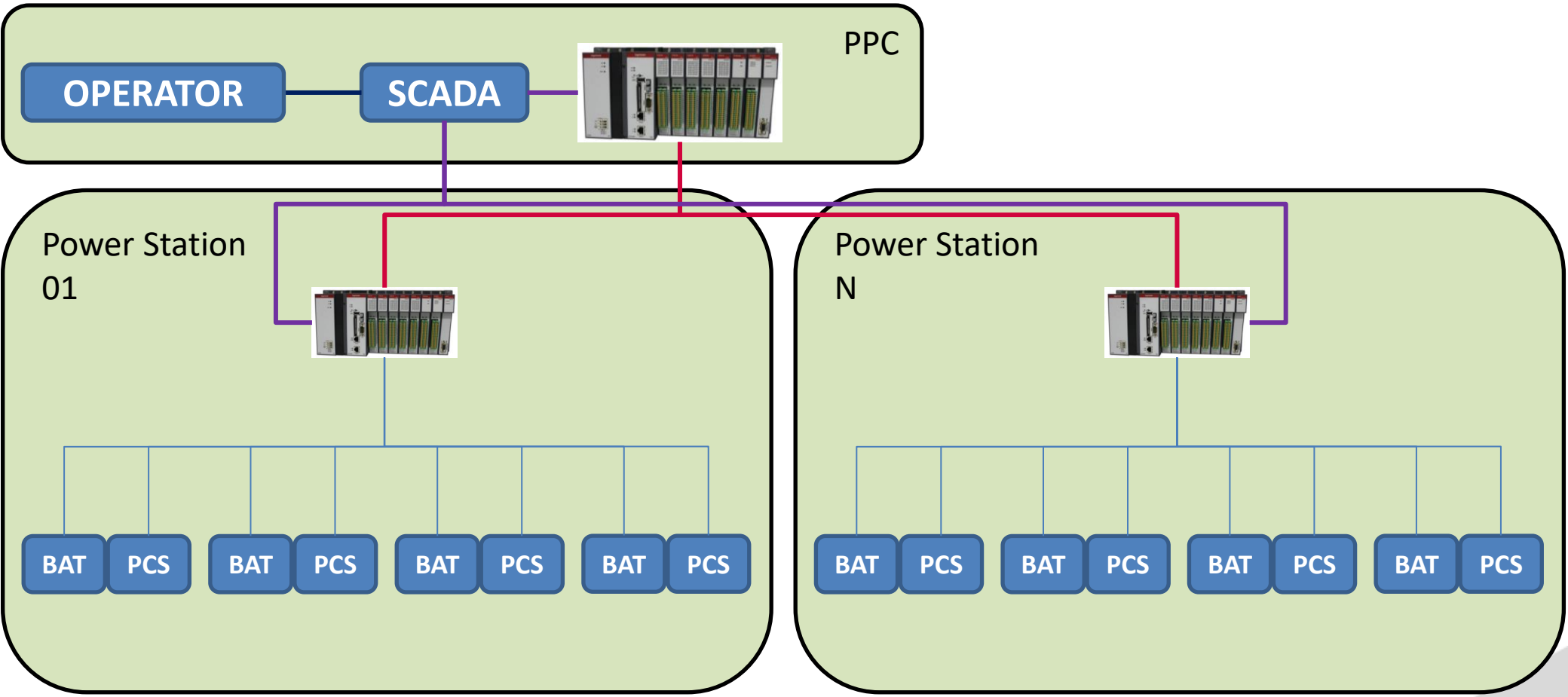
# COMMUNICATION STRUCTURE

## ❖ BESS COMMS STRUCTURE

- ❖ OPC UA
- ❖ EAP (Beckhoff propietary Protocol)
- ❖ MODBUS TCP

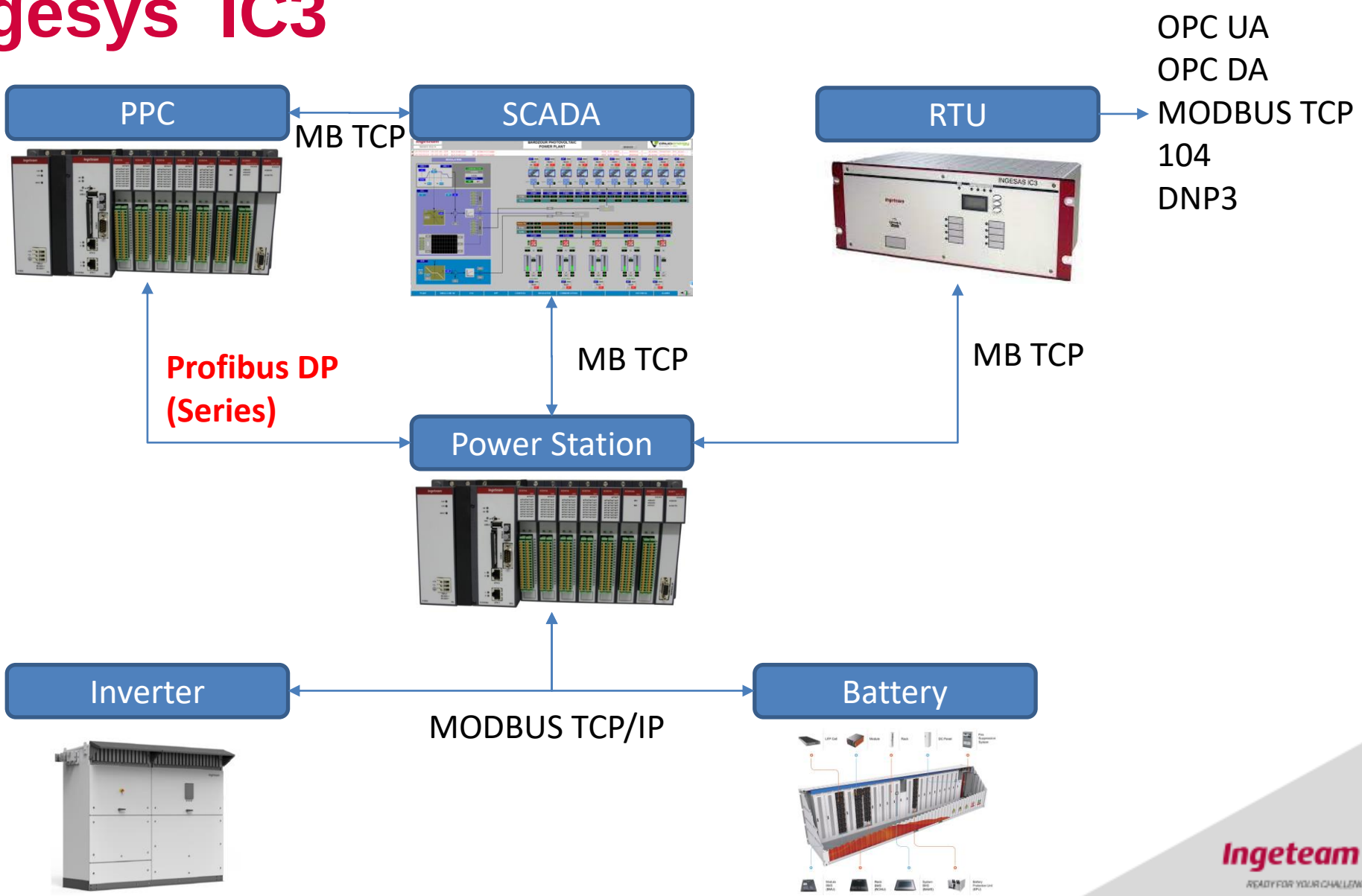
# BESS CONTROL STRUCTURES (Protocol)

**Current State** We are using several Coms Protocols (PPC/PS XX/ESS XX)

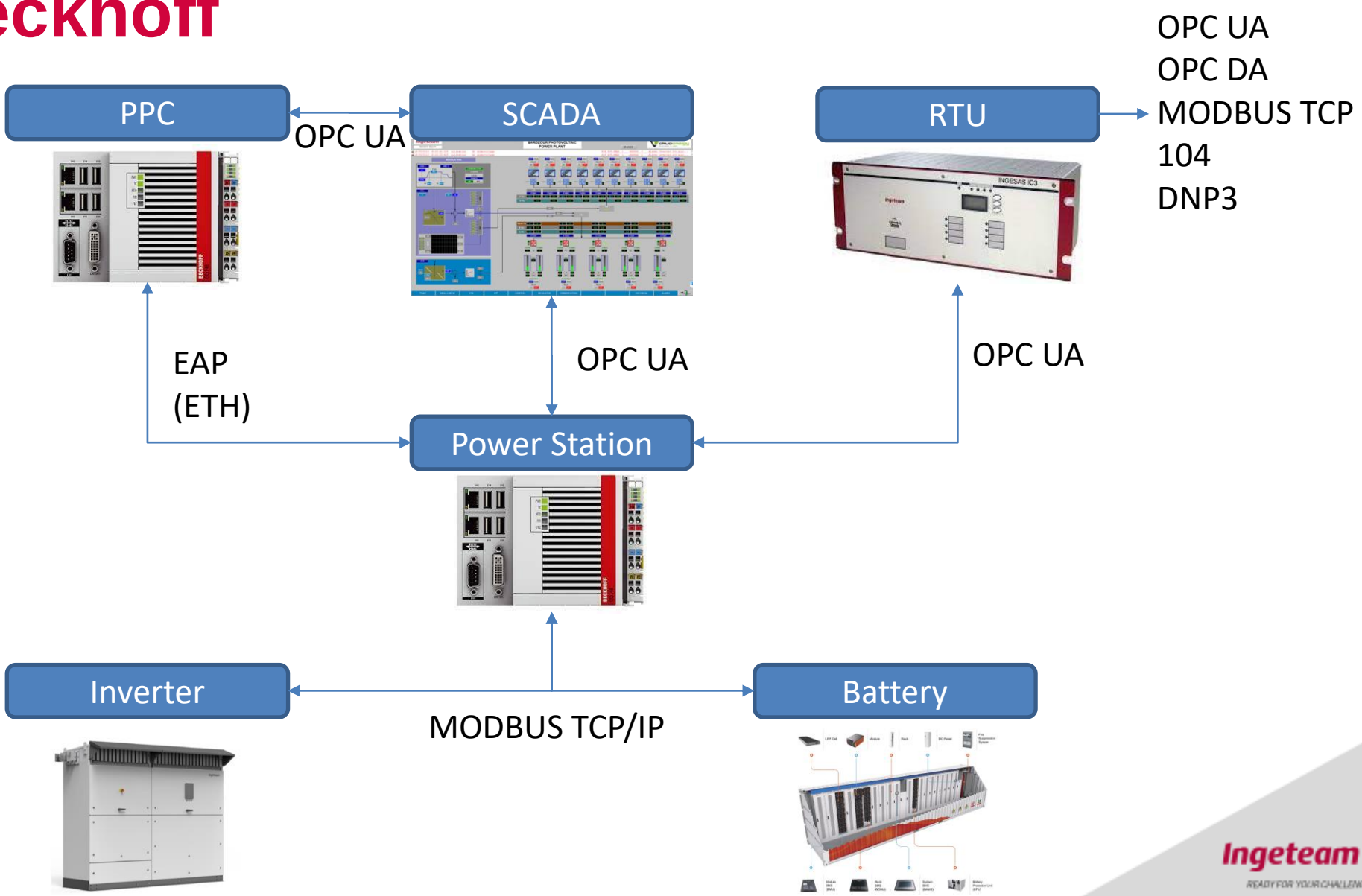



Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# Data Flow Based on Protocol Type Ingesys IC3

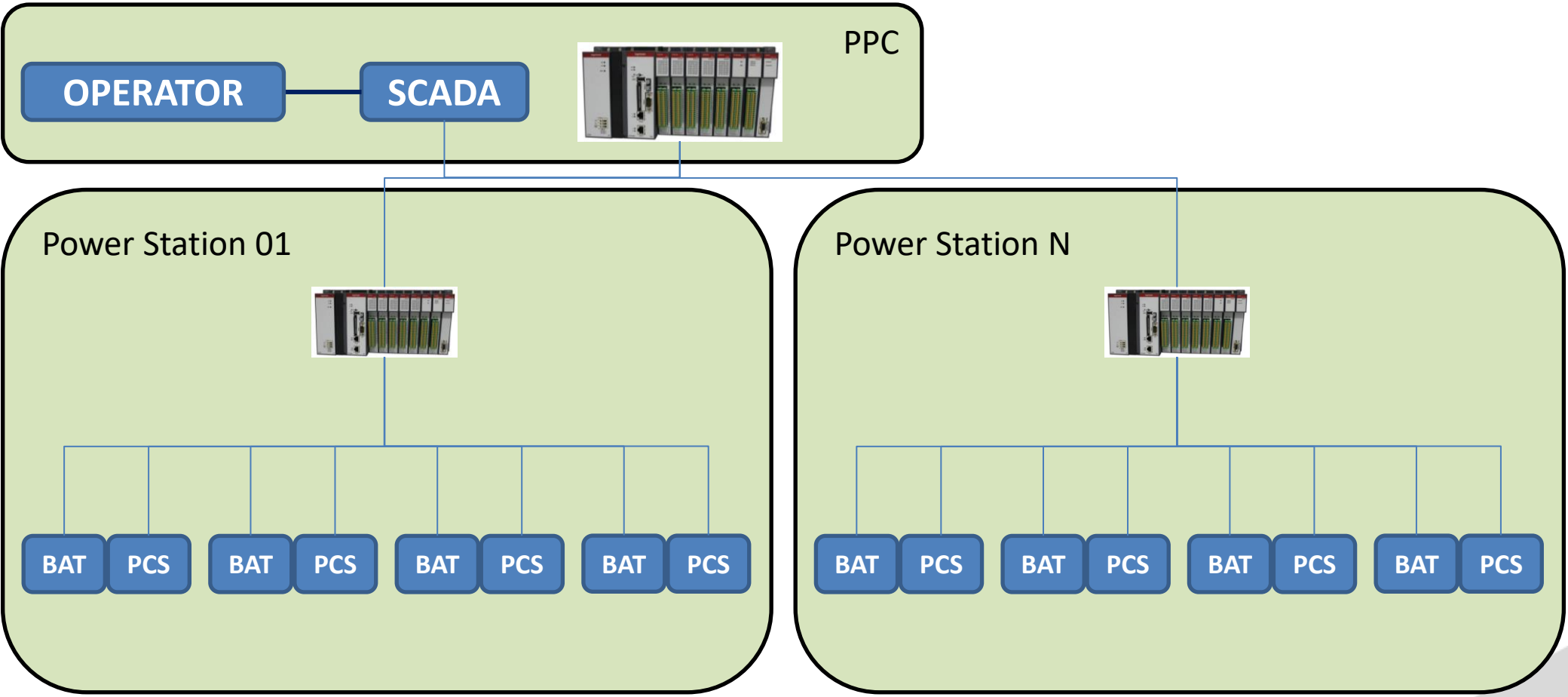


# Data Flow Based on Protocol Type Beckhoff



# BESS CONTROL STRUCTURES (Physical)

**Current State** We are using several Coms Networks (PPC/PS XX/ESS XX)

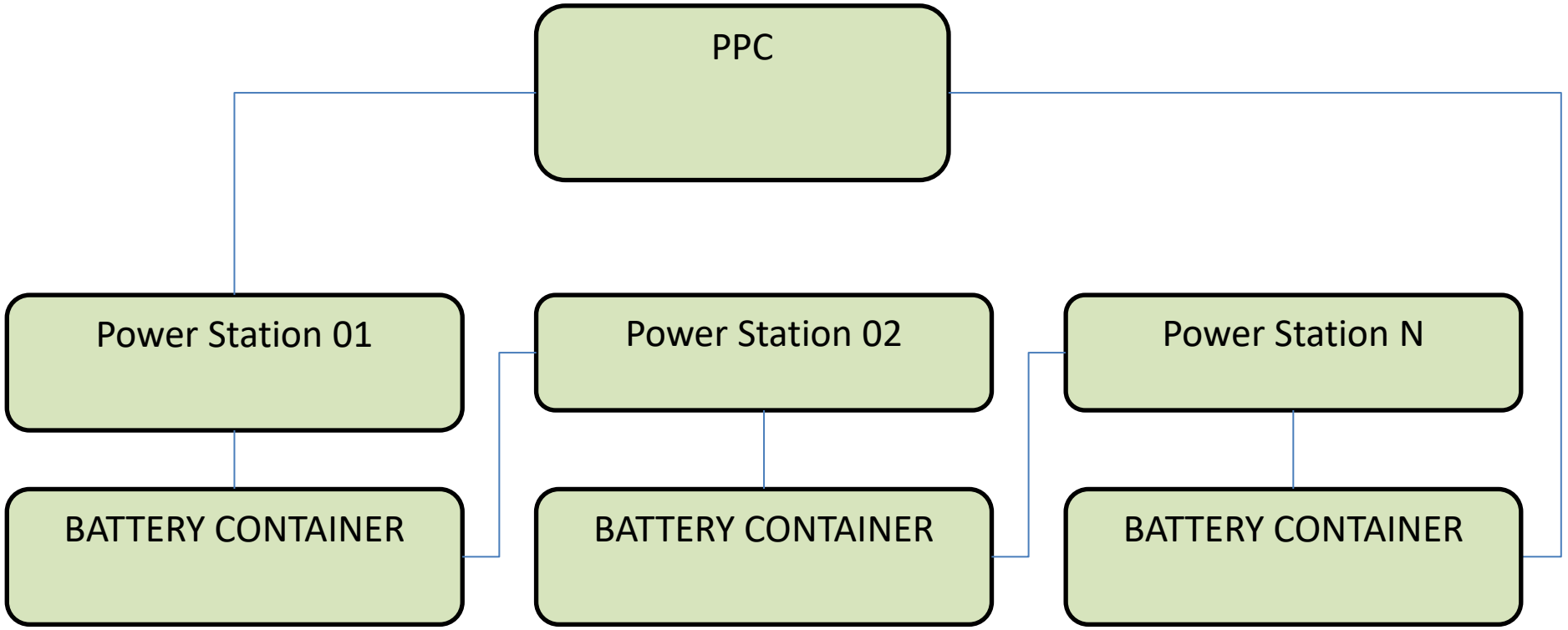



**ETH Networks**

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# BESS CONTROL STRUCTURES (Physical)

**Current State** We are using several Coms Networks (PPC/PS XX/ESS XX)




**ETH Ring (OF)**

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

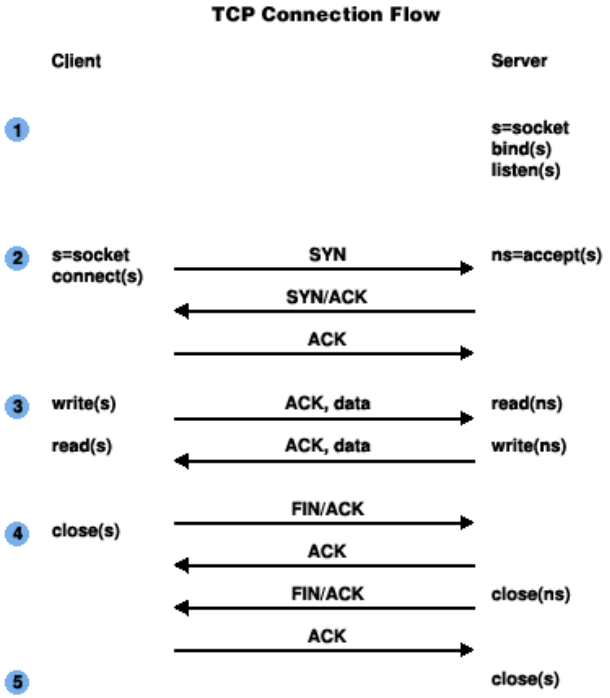
# COMMUNICATION PROTOCOLS

- TCP/IP
- MODBUS
- IEC 60870-5-104
- EAP
- OPC (UA or DA)

# TCP/IP Connections

## TCP/IP Connections

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 193… | 74.012855 | 192.168.214.138 | 192.168.225.60 | TCP | 66 18302 → 3389 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1 |
| 193… | 74.020962 | 192.168.225.60 | 192.168.214.138 | TCP | 66 3389 → 18302 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=1 SACK_PERM=1 |
| 193… | 74.021111 | 192.168.214.138 | 192.168.225.60 | TCP | 54 18302 → 3389 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=131328 Len=0 |
| 193… | 74.023350 | 192.168.214.138 | 192.168.225.60 | TLSv1.2 | 101 Ignored Unknown Record |




This is an example of a remote desktop connection (port destination 3389):

- Sending SYN
- Receiving SYN,ACK
- Sending ACK

Once the port is opened the transmission of the data is done by Application layer.

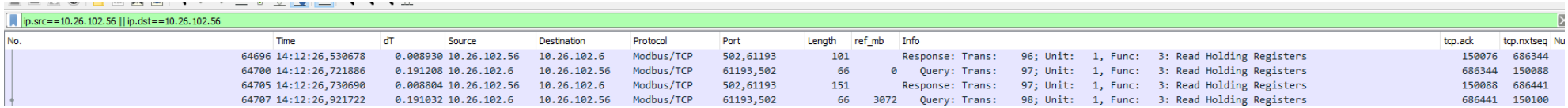
To test the ports, firewalls and routing permissions telnet tool of Windows can be used. This tool opens TCP ports without application layer.

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# MODBUS Protocol

**MODBUS Protocol** is a Client/Server protocol.

The **Master** needs to start the communication and create all the requests and the **Server** only answers the requests received. If nothing is received the server doesn't send any message to the master.



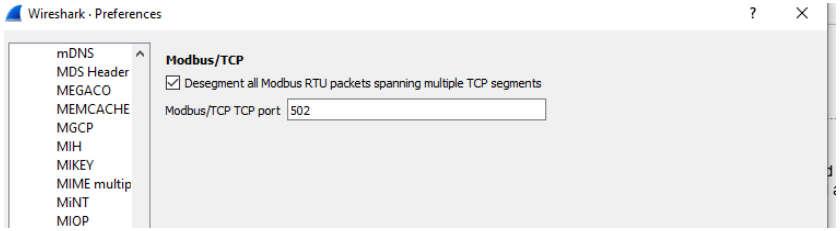
ip.src==10.26.102.56 || ip.dst==10.26.102.56

| No. | Time | dT | Source | Destination | Protocol | Port | Length | ref_mb | Info | tcp.ack | tcp.nxtseq | Nu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64696 | 14:12:26,530678 | 0.008930 | 10.26.102.56 | 10.26.102.6 | Modbus/TCP | 502,61193 | 101 | | Response: Trans: 96; Unit: 1, Func: 3: Read Holding Registers | 150076 | 686344 | |
| 64700 | 14:12:26,721886 | 0.191208 | 10.26.102.6 | 10.26.102.56 | Modbus/TCP | 61193,502 | 66 | 0 | Query: Trans: 97; Unit: 1, Func: 3: Read Holding Registers | 686344 | 150088 | |
| 64705 | 14:12:26,730690 | 0.008804 | 10.26.102.56 | 10.26.102.6 | Modbus/TCP | 502,61193 | 151 | | Response: Trans: 97; Unit: 1, Func: 3: Read Holding Registers | 150088 | 686441 | |
| 64707 | 14:12:26,921722 | 0.191032 | 10.26.102.6 | 10.26.102.56 | Modbus/TCP | 61193,502 | 66 | 3072 | Query: Trans: 98; Unit: 1, Func: 3: Read Holding Registers | 686441 | 150100 | |

In the case that this communication needs to be checked the wireshark program can be used.

Take care that if the tcp port used is not the standard one (502) the whireshark program needs to be configured:

- Edit->Preferences->Protocols->Modbus/TCP




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# MODBUS Protocol

**MODBUS Protocol** has 4 separate memory maps:

| Memory Map | Characteristics |
|---|---|
| Discrete Inputs | Type = BOOLEAN<br>Master only can Read |
| Coils | Type = BOOLEAN<br>Master can Read and Write |
| Input Registers | Type = WORD<br>Master only can Read |
| Holding Registers | Type = WORD<br>Master can Read and Write |

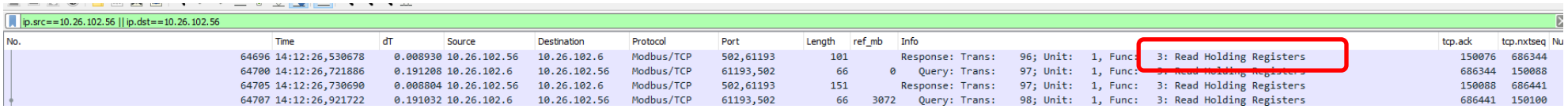
The typical mapping (standard) for the above types is the following one:

| Object type | Access | Size | Address Space |
|---|---|---|---|
| Coil | Read-write | 1 bit | 00001 – 09999 |
| Discrete input | Read-only | 1 bit | 10001 – 19999 |
| Input register | Read-only | 16 bits | 30001 – 39999 |
| Holding register | Read-write | 16 bits | 40001 – 49999 |

# MODBUS Protocol

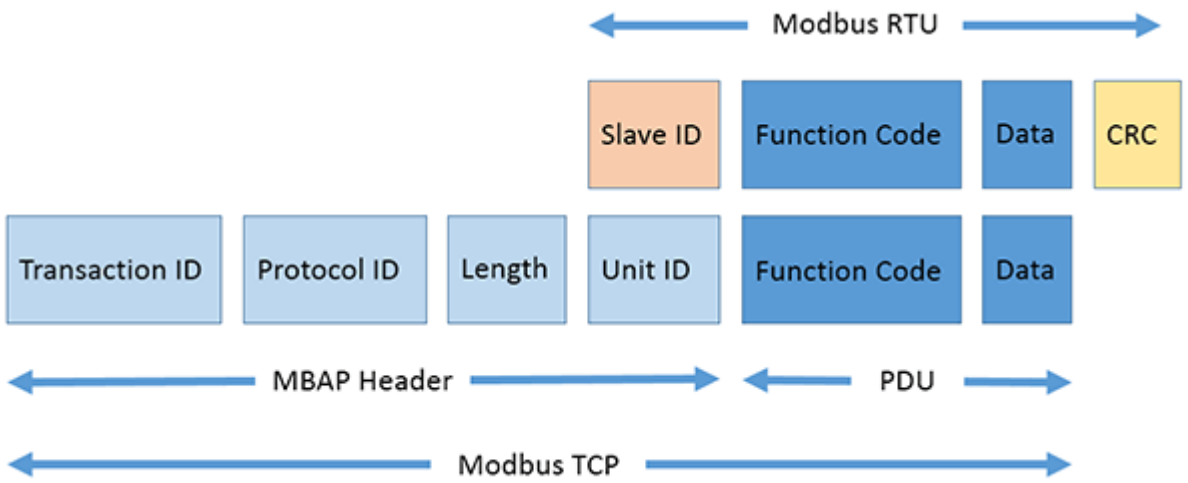
**MODBUS Protocol** functions allowed are the following ones:

| Function name | Function code |
|---|---|
| **Read Discrete Inputs** | 2 |
| **Read Coils** | 1 |
| **Write Single Coil** | 5 |
| **Write Multiple Coils** | 15 |
| **Read Input Registers** | 4 |
| **Read Multiple Holding Registers** | 3 |
| **Write Single Holding Register** | 6 |
| **Write Multiple Holding Registers** | 16 |
| Read/Write Multiple Registers | 23 |



# MODBUS Protocol

**MODBUS Message** structure is the following one:




**The typical errors in this communication are:**

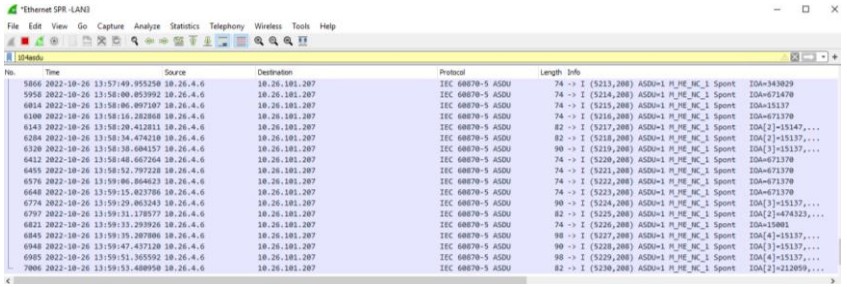
- The server doesn't allow the function that the master is using. (Illegal Function)
- The server doesn't have the address requested. (Illegal Data Address)
- The unit ID is wrong. (There is no any answer)

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# IEC 60870-5-104 Protocol

**IEC 60870-5-104 Protocol** is a Client/Server protocol.

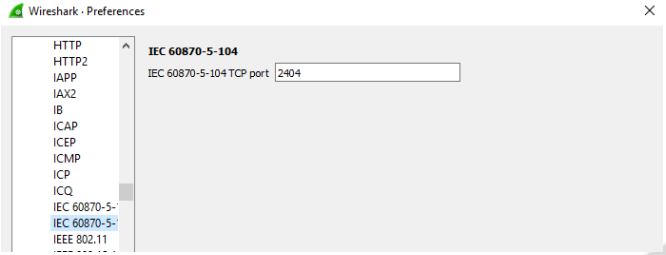
The **Master** needs to start the communication and create all the command request and the server answers with a confirmation of the execution of the command. In this protocol the server informs to the client with spontaneous messages if a value change is happened.



In the case that this communication needs to be checked the wireshark program can be used.

Take care that if the tcp port used is not the standard one (2404) the whireshark program needs to be configured:

- Edit->Preferences->Protocols->IEC 60870-5-104

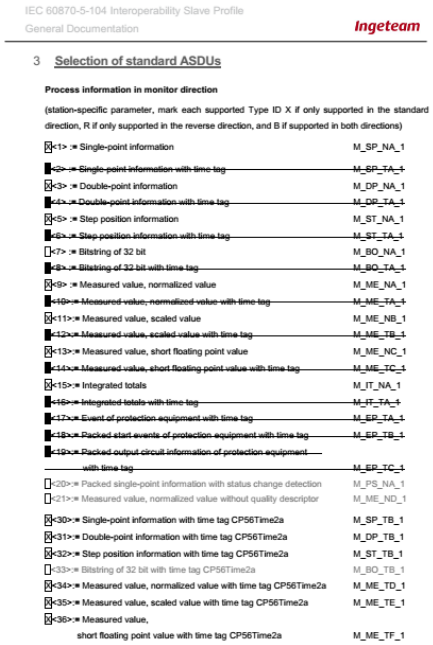


# IEC 60870-5-104 Protocol

**IEC 60870-5-104 Protocol** is a object oriented protocol.

The IEC 60870-5-104 protocol has several objects depending on the data type, so in this type of communication could be that 2 devices of IEC 60870-5-104 couldn't be compatibles. So It's usual the requirement of interoperability tests.

Also It's usual to request the IEC 60870-5-104 profile of each device, following an example:



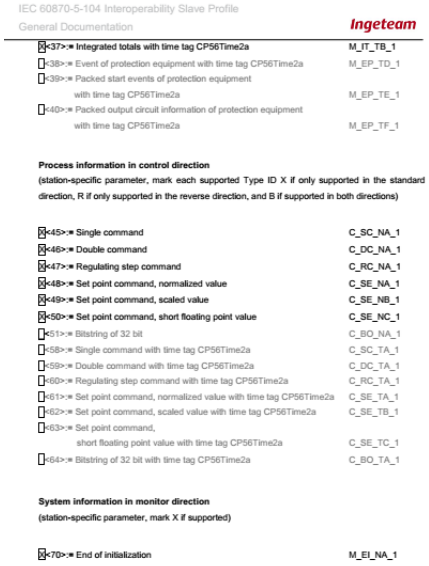
IEC 60870-5-104 Interoperability Slave Profile
General Documentation
Ingeteam

3 Selection of standard ASDUs

**Process information in monitor direction**

(station-specific parameter, mark each supported Type ID X if only supported in the standard direction, R if only supported in the reverse direction, and B if supported in both directions)

| | |
|---|---|
| [X] <1> := Single-point information | M_SP_NA_1 |
| [ ] ~~<2> := Single-point information with time tag~~ | ~~M_SP_TA_1~~ |
| [X] <3> := Double-point information | M_DP_NA_1 |
| [ ] ~~<4> := Double-point information with time tag~~ | ~~M_DP_TA_1~~ |
| [X] <5> := Step position information | M_ST_NA_1 |
| [ ] ~~<6> := Step position information with time tag~~ | ~~M_ST_TA_1~~ |
| [ ] <7> := Bitstring of 32 bit | M_BO_NA_1 |
| [ ] ~~<8> := Bitstring of 32 bit with time tag~~ | ~~M_BO_TA_1~~ |
| [X] <9> := Measured value, normalized value | M_ME_NA_1 |
| [ ] ~~<10> := Measured value, normalized value with time tag~~ | ~~M_ME_TA_1~~ |
| [X] <11> := Measured value, scaled value | M_ME_NB_1 |
| [ ] ~~<12> := Measured value, scaled value with time tag~~ | ~~M_ME_TB_1~~ |
| [X] <13> := Measured value, short floating point value | M_ME_NC_1 |
| [ ] ~~<14> := Measured value, short floating point value with time tag~~ | ~~M_ME_TC_1~~ |
| [X] <15> := Integrated totals | M_IT_NA_1 |
| [ ] ~~<16> := Integrated totals with time tag~~ | ~~M_IT_TA_1~~ |
| [ ] ~~<17> := Event of protection equipment with time tag~~ | ~~M_EP_TA_1~~ |
| [ ] ~~<18> := Packed start events of protection equipment with time tag~~ | ~~M_EP_TB_1~~ |
| [ ] ~~<19> := Packed output circuit information of protection equipment with time tag~~ | ~~M_EP_TC_1~~ |
| [ ] <20> := Packed single-point information with status change detection | M_PS_NA_1 |
| [ ] <21> := Measured value, normalized value without quality descriptor | M_ME_ND_1 |
| [X] <30> := Single-point information with time tag CP56Time2a | M_SP_TB_1 |
| [X] <31> := Double-point information with time tag CP56Time2a | M_DP_TB_1 |
| [X] <32> := Step position information with time tag CP56Time2a | M_ST_TB_1 |
| [ ] <33> := Bitstring of 32 bit with time tag CP56Time2a | M_BO_TB_1 |
| [X] <34> := Measured value, normalized value with time tag CP56Time2a | M_ME_TD_1 |
| [X] <35> := Measured value, scaled value with time tag CP56Time2a | M_ME_TE_1 |
| [X] <36> := Measured value, short floating point value with time tag CP56Time2a | M_ME_TF_1 |



IEC 60870-5-104 Interoperability Slave Profile
General Documentation
Ingeteam

| | |
|---|---|
| [X] <37> := Integrated totals with time tag CP56Time2a | M_IT_TB_1 |
| [ ] <38> := Event of protection equipment with time tag CP56Time2a | M_EP_TD_1 |
| [ ] <39> := Packed start events of protection equipment with time tag CP56Time2a | M_EP_TE_1 |
| [ ] <40> := Packed output circuit information of protection equipment with time tag CP56Time2a | M_EP_TF_1 |

**Process information in control direction**

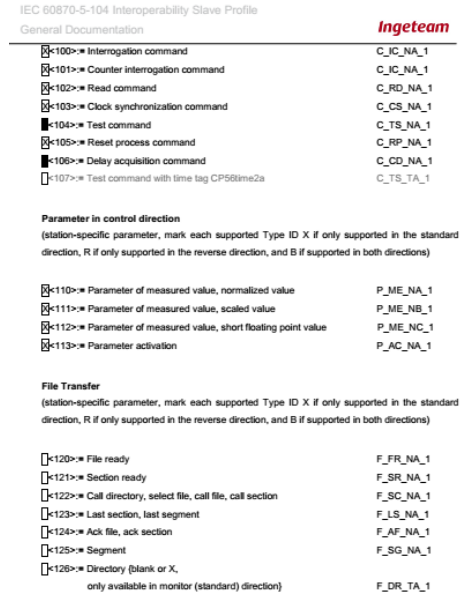
(station-specific parameter, mark each supported Type ID X if only supported in the standard direction, R if only supported in the reverse direction, and B if supported in both directions)

| | |
|---|---|
| [X] <45> := Single command | C_SC_NA_1 |
| [X] <46> := Double command | C_DC_NA_1 |
| [X] <47> := Regulating step command | C_RC_NA_1 |
| [X] <48> := Set point command, normalized value | C_SE_NA_1 |
| [X] <49> := Set point command, scaled value | C_SE_NB_1 |
| [X] <50> := Set point command, short floating point value | C_SE_NC_1 |
| [ ] <51> := Bitstring of 32 bit | C_BO_NA_1 |
| [ ] <58> := Single command with time tag CP56Time2a | C_SC_TA_1 |
| [ ] <59> := Double command with time tag CP56Time2a | C_DC_TA_1 |
| [ ] <60> := Regulating step command with time tag CP56Time2a | C_RC_TA_1 |
| [ ] <61> := Set point command, normalized value with time tag CP56Time2a | C_SE_TA_1 |
| [ ] <62> := Set point command, scaled value with time tag CP56Time2a | C_SE_TB_1 |
| [ ] <63> := Set point command, short floating point value with time tag CP56Time2a | C_SE_TC_1 |
| [ ] <64> := Bitstring of 32 bit with time tag CP56Time2a | C_BO_TA_1 |

**System information in monitor direction**

(station-specific parameter, mark X if supported)

| | |
|---|---|
| [X] <70> := End of initialization | M_EI_NA_1 |



IEC 60870-5-104 Interoperability Slave Profile
General Documentation
Ingeteam

| | |
|---|---|
| [X] <100> := Interrogation command | C_IC_NA_1 |
| [X] <101> := Counter interrogation command | C_IC_NA_1 |
| [X] <102> := Read command | C_RD_NA_1 |
| [X] <103> := Clock synchronization command | C_CS_NA_1 |
| [ ] <104> := Test command | C_TS_NA_1 |
| [X] <105> := Reset process command | C_RP_NA_1 |
| [ ] <106> := Delay acquisition command | C_CD_NA_1 |
| [ ] <107> := Test command with time tag CP56time2a | C_TS_TA_1 |

**Parameter in control direction**

(station-specific parameter, mark each supported Type ID X if only supported in the standard direction, R if only supported in the reverse direction, and B if supported in both directions)

| | |
|---|---|
| [X] <110> := Parameter of measured value, normalized value | P_ME_NA_1 |
| [X] <111> := Parameter of measured value, scaled value | P_ME_NB_1 |
| [X] <112> := Parameter of measured value, short floating point value | P_ME_NC_1 |
| [X] <113> := Parameter activation | P_AC_NA_1 |

**File Transfer**

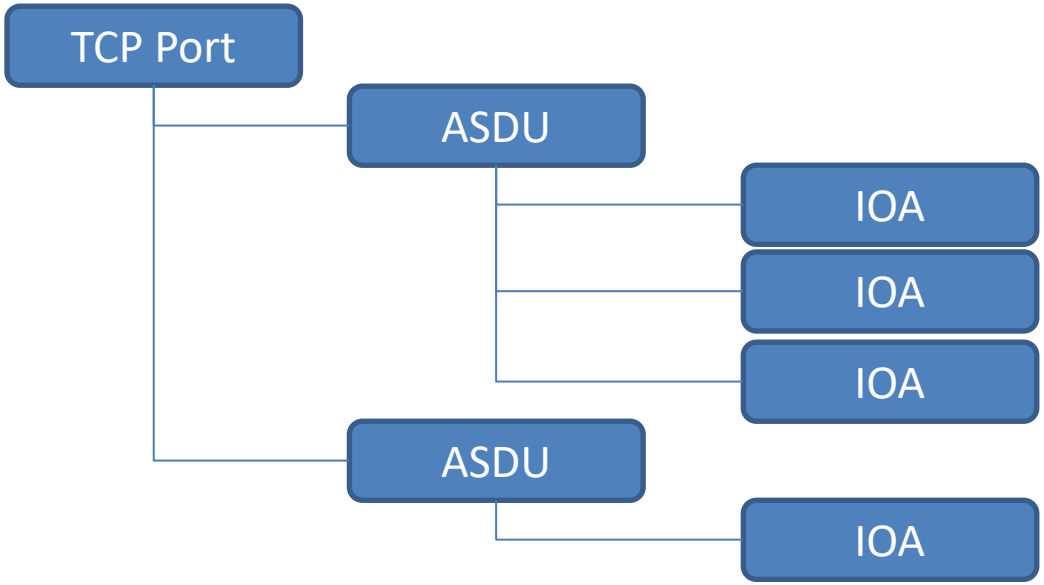
(station-specific parameter, mark each supported Type ID X if only supported in the standard direction, R if only supported in the reverse direction, and B if supported in both directions)

| | |
|---|---|
| [ ] <120> := File ready | F_FR_NA_1 |
| [ ] <121> := Section ready | F_SR_NA_1 |
| [ ] <122> := Call directory, select file, call file, call section | F_SC_NA_1 |
| [ ] <123> := Last section, last segment | F_LS_NA_1 |
| [ ] <124> := Ack file, ack section | F_AF_NA_1 |
| [ ] <125> := Segment | F_SG_NA_1 |
| [ ] <126> := Directory {blank or X, only available in monitor (standard) direction} | F_DR_TA_1 |

# IEC 60870-5-104 Protocol

**IEC 60870-5-104 Protocol** structure:

- The Port used is the 2404 as standard, in this TCP port:
  - Multiple Memory maps could be configured, the Units of MODBUS in this protocol are called ASDU.
    - Inside the ASDU there are multiple data points (objects) could be configured, these data points are called IOA.




Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# IEC 60870-5-104 Protocol

**IEC 60870-5-104** Protocol usually works as:

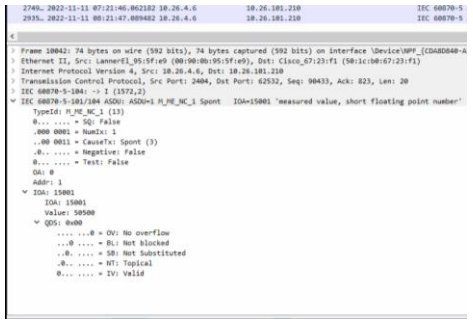
- Master Device open the communication:
  - Master Device request General Interrogation (GI) to the slave:
    - The Slave provides the values of all the data to the master in multiple messages.
    - Every 5 messages received the master sends to the slave a keep alive.
    - This GI could be requested every certain period, depending on the amount of the data could be 3 hours or daily.
  - The Slave sends messages without request to the master if a value has changed more than the configured dead band, using the spontaneous message.
  - The Master sends the command order to the slave:
    - The Slave sends back the confirmation to the Master.
  - After sometime without coms the slave after recovery sends the list of events happened during the coms failure.

.

# IEC 60870-5-104 Protocol

**IEC 60870-5-104** Testing could be done using the “whireshark”:

- The filtering commands are grouped under the filter “104asdu”.




- The common failures in the configuration of this communication protocol are:
  - Different object definition in the same IOA between the Client and the server.
  - Wrong Scaling:
    - Dead Band
    - Limits
  - If some values are defined with 0 or too small dead band and those values have the spontaneous transmission allowed the communication could be saturated..

# EAP (Beckhoff Internal Protocol)

**EAP** is an internal protocol of Beckhoff that allows a fast communication between Beckhoff devices. In our projects that allows the minimization of com delays from PPC to PS.

- The EAP coms are based on publish subscribe comms flow.

- The Publisher:
  - It has a NetId 192.168.0.10.3.1 (IP .XX.XX) and a Variable number (101) (WORD ARRAY) but using that there are several options:
    - Unicast, only publishes in a destination PLC that has another NetId
    - Multicast, to a generic MAC
    - Mac, Mac to Mac

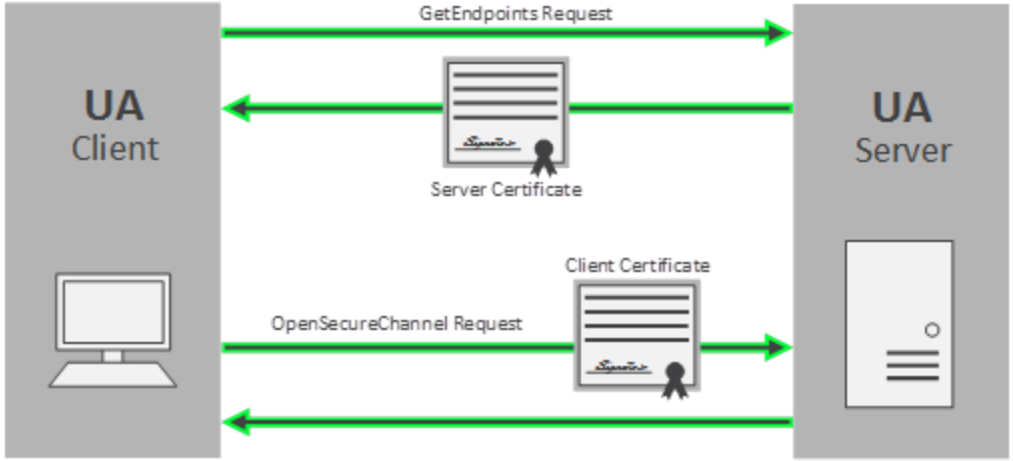
- Subscriber (Net Id 192.168.1.10.3.1):
  - It Asks the same variable number (101) to the Corresponding NetId192.168.0.10.3.1

.

# OPC UA Protocol

**OPC UA** Protocol is increasing Its used due to the high security options that It has:

- The communication can be secured by certification exchange to avoid any connection not allowed:




The communication could be configured as:

- No certificate used in the connection
- Certificates manually accepted
- Certificates signed by an authority

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# OPC UA Protocol

- Once the machine level authentication is accepted then the user level authentication is required, the user level authentication could be:

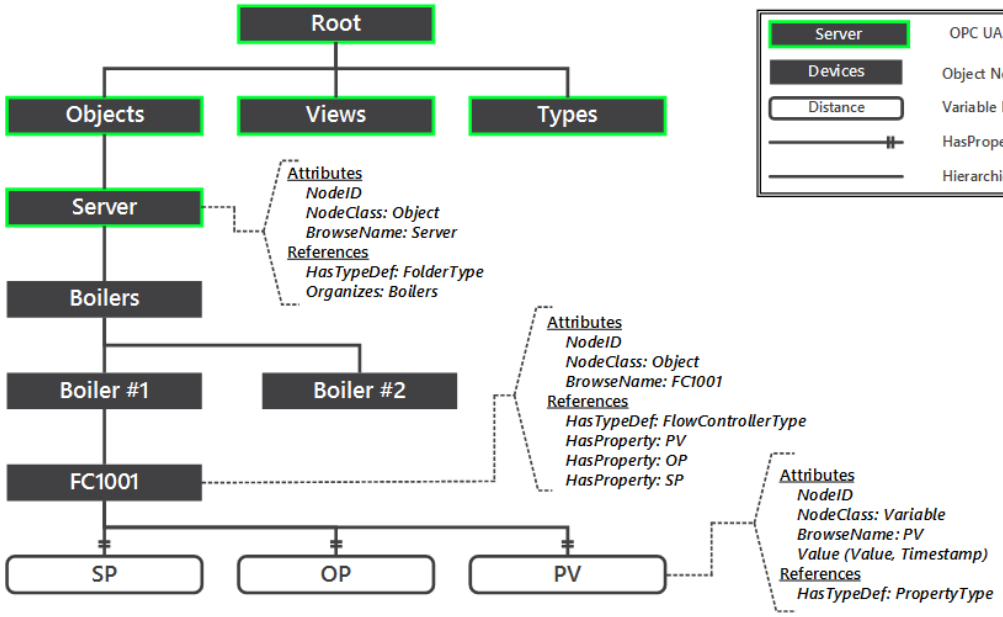
| | |
|---|---|
| Anonymous | No user information available |
| UserNamePassword | User name and password provided. |
| X509 | X509 certificate identifies user |
| IssuedIdentity | WS-Security token is used |

And then depending on the user levels of access can be configured:

- Security User Access Control Full Profile
- Security User Access Control Base Profile
- User Token – User Name Password Server Facet
- User Token – X509 Certificate Server Facet
- User Token – Issued Token Windows Server Facet

# OPC UA Protocol

- One option of OPC-UA communication protocol is the browsing option.
- An OPC Client can ask to the server to provide all the information of the objects available.

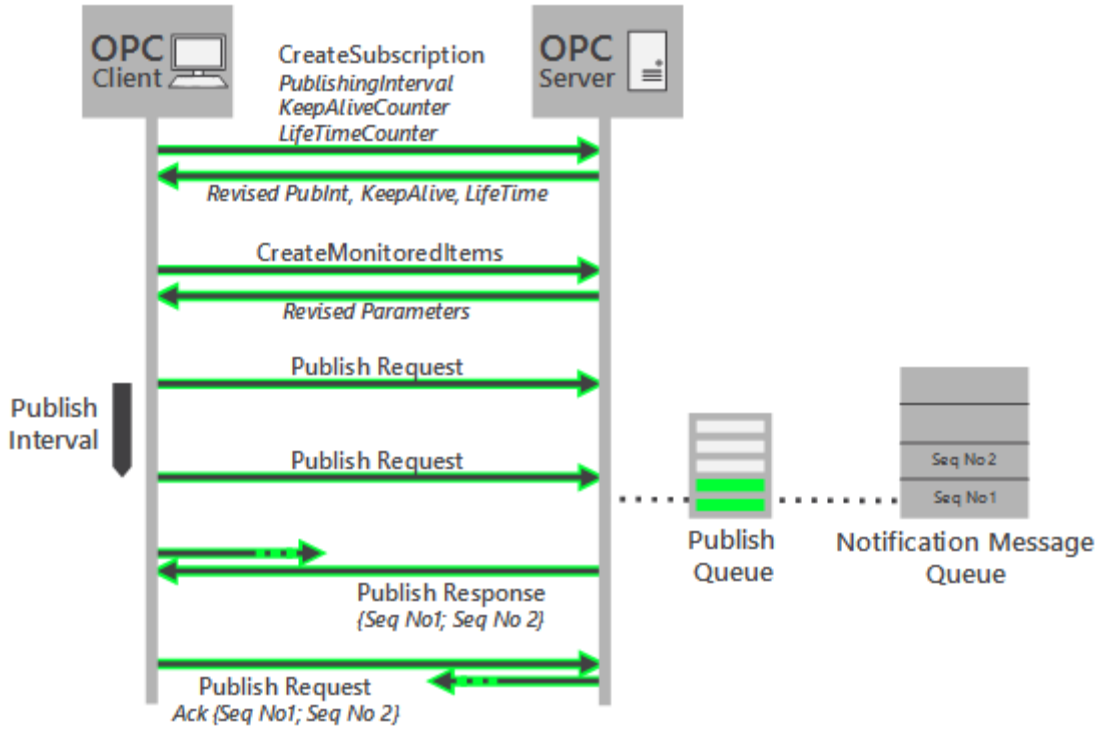



- And then the client can decide to which objects want to subcribe.

Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# OPC UA Protocol

- The subscription coms flow is the following one:




Due to the complexity of this communication, the standard OPC clients could be used to test the servers as:

- OPC Explorer
- UA Expert

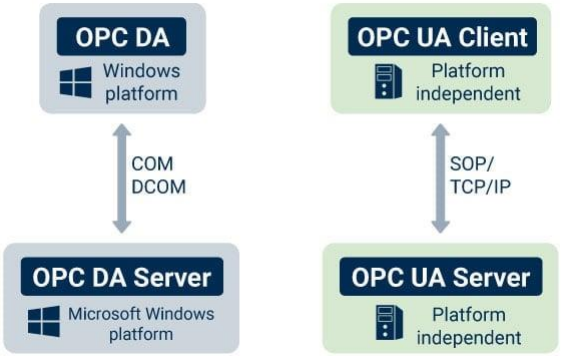
Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# OPC Protocol

## OPC-DA vs OPC UA

OPC DA Protocol was based in Microsoft technologies COM and DCOM and for this reason only could be used in Microsoft Windows Operating Systems.

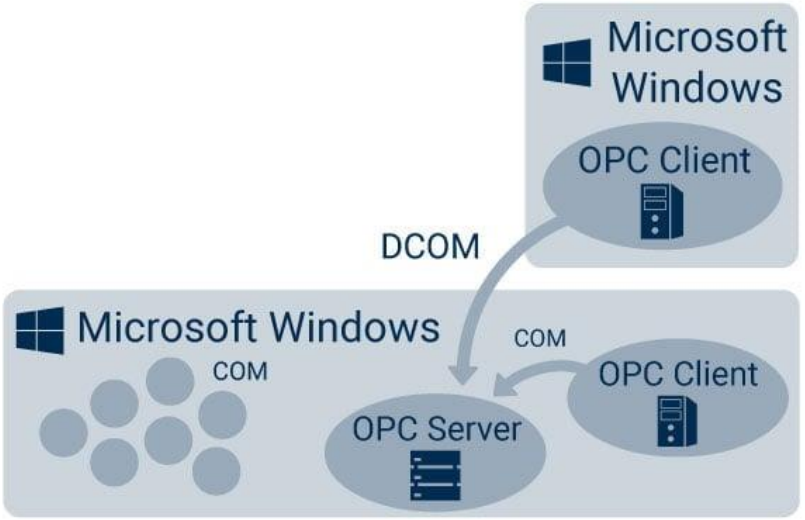
OPC UA is the successor of OPC DA but the data exchange is based on TCP/IP and http/SOAP services that provides to this communication protocol the Operating system independence.



# OPC DA Protocol

OPC DA Protocol was based in Microsoft technologies COM and DCOM and for this reason only could be used in Microsoft Windows Operating Systems.

OPC DA is based on Windows user authentication if the DCOM is used.

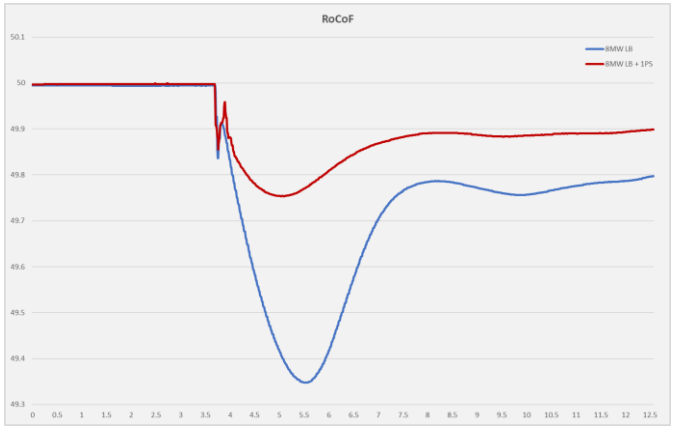


# Applications

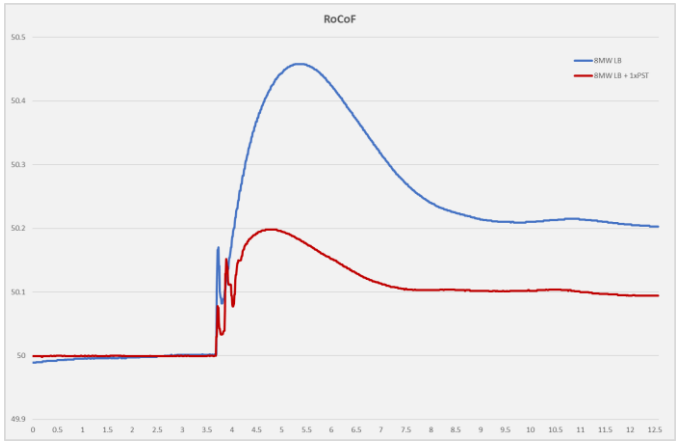
- High Demanding Time Response Applications (150ms)
  - Inertia Improvement
  - Fast Frequency response
  - Grid Forming Networks Generation
- Independency of number of PS, Amount of MWs

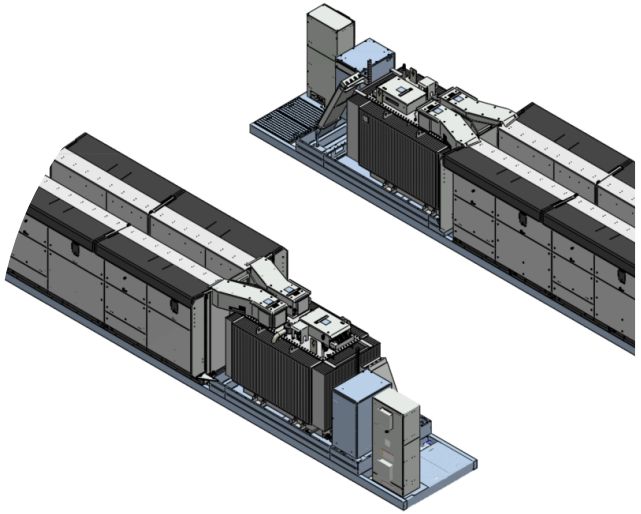
# Inertia Improvement

Positive 8MWs Load Jump



Negative 8MWs Load Jump



Ingeteam

READY FOR YOUR CHALLENGES

# Fast Frecuency Response

**UK largest Onshore Wind Farm**

**50MW - 1h Energy**

**Accumulation**

Water Cooled Batteries – LFP

Installation **grid-connected**

## 50 Mws 150ms

Ingeteam

READY FOR YOUR CHALLENGES

# Fast Frecuency Response

**Spain (Grid Formnig ESS)**

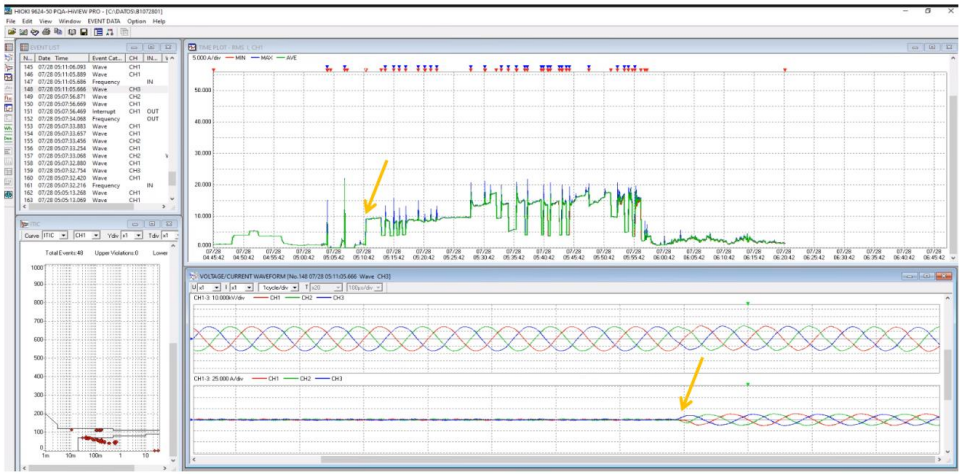
**1,25MW – 2MWh Energy Accumulation**

Air Cooled Batteries – NMC

Installation **grid-connected and Off-Grid**

## No gap during Transitions

- Creación de isla con 485 kW
- Onda de tensión limpia
- Crecimiento inherente de la intensidad



Ingeteam
READY FOR YOUR CHALLENGES

# Anexo 9. BESS Cowes 8.5 MW - 4.72 MWh

# Recent relevant references
# Isle of Wight (Southern UK)
# Linked to gas generation

## Black Start - Synthetic inertia

**8,5MW – 4,72MWh**

- **Functionality:**
  BESS in GTG for Black Start – Synthetic inertia – Grid code fullfilment
- **Scope of suply:**
  Power Conversion System
  Control

# Anexo 10. BESS Whitelee 50 MW - 50 MWh

# Recent relevant references
# Whitelee – Scotland (UK)
# Linked to wind farm

## UK largest onshore wind farm

**50MW – 50MWh**
**Water cooled batteries–LFP**
**Installation grid-connected**

- **Functionality:**
  Renewable Penetration & Management
- **Scope of suply:**
  Power Conversion System
  Battery system
  Installation supervision
  Commissioning
  Maintenance services

# Anexo 11. Certificado de Conformidad 1

# Certificado de Conformidad

**Por medio del certificado de producto número:** / *By the product certificate number:* **Nº 2621/0406-8-1-A/E1–CER**

**Emitido a:** / *Issued to:*

**Propietario de la licencia:** / *License holder:*
**INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A.**
Avenida Ciudad de la Innovación, 13, 31621 Sarriguren (Navarra), Spain

**Marca:** / *Trademark:* INGECON

**Dirección de Fábrica:** / *Factory location:*
**INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A.**
Polígono Industrial El Juncarillo, Nave 1, 31293 Sesma (Navarra), Spain

**Se certifica que el producto:** / *It is certified that the product:*

**Tipo de aparato:** / *Type of product:* **Inversor fotovoltaico Bidireccional** / *Grid Support Utility Bidirectional Converter*

**Modelo ensayado:** / *Tested model:* **INGECON SUN 3825TL C600**
**Modelos variantes:** / *Variant models:* **Ver página 3 /** *See page 3*

**Datos técnicos:** /
*Rated characteristics:*

| | |
|---|---|
| **Potencia nominal** / *Rated Power* | **3 326 kW** |
| **Tensión nominal** / *Rated Voltage* | **600 V** |
| **Frecuencia nominal** / *Rated Frequency* | **50 Hz** |
| **Versión Firmware** / *Firmware version* | **ABU1000_** |
| **Número de fases** / *Number of phases* | **3/N/PE** |
| **Transformador de aislamiento** / *Isolation transformer* | **No** / *No* |

**Está en cumplimiento con las normas:** / *Is in compliance with the standards:*

- **Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los Módulos de Generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631. Revisión 2.1 del 9 de julio de 2021 ([1])**
- **Corrección de errores de la versión 2.1 (del 9/7/2021) de la Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los Módulos de Generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631. Revisión 1.0 del 8 de octubre de 2021.**

([1]) Ver en la página 2 más detalles sobre los requisitos de esta norma que están evaluados y en cumplimiento bajo el alcance de este certificado. /
*See page 2 for more details regarding the standard´s requirements that are evaluated and in compliance under the scope of this certificate.*

Se certifica que las Unidades de Generación Eléctrica (UGE) indicadas en este certificado cumplen con los requisitos estipulados en la norma certificada para solicitudes de conexión según **TIPO A, B, C y D.** / *It is certified that Power Gernerating Unit (PGU) above inidicated are in compliance with requirements detailed in the above referenced standard for grid connections of* ***TYPE A, B, C and D.***

El equipo antes mencionado está certificado conforme al procedimiento interno de SGS PE.T-ECPE-65 de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065. / *The above-mentioned generating unit is certified according to the SGS internal procedure PE.T-ECPE-65 based on the requirements of the UNE-EN ISO / IEC 17065.*

Este certificado cancela y sustituye al certificado nº 2621/0406-8-1-A–CER/E1 / *This certifcate cancels and supersedes the certificate No. 2621/0406-8-1-A–CER/E1*.

Este certificado se emite por vez primera: 25 de octubre de 2022. / *This certificate is first issued on 25th October 2022.*

**Madrid, 30 de enero de 2023**
***Madrid, 30th January 2023***

Daniel Arranz Muñiz
Certification Manager

| Requisito / *Requirement* | Apartado / *Clause* NTS / *NTS* | Tipo / *Type* | Cumplimiento / Compliant Si / YES | NO / NO | N/A | Entidad Emisora / *Issuing Entity* | Ev. (*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Modo regulación potencia-frecuencia limitado-sobrefrecuencia (MRPFL-O) / *Limited Frequency Sensitive Mode - Overfrequency (LFSM-O)* | 5.1 | ≥A | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Modo regulación potencia-frecuencia limitado-subfrecuencia (MRPFL-U) / *Limited Frequency Sensitive Mode-Underfrequency (LFSM-U)* | 5.2 | ≥C | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Modo regulación potencia-frecuencia (MRPF) / *Frequency Sensitive Mode (FSM)* | 5.3 | ≥C | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Capacidad de control y el rango de control de la potencia activa en remoto / *Remote power control capability and range* | 5.5 | ≥C | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Capacidad de potencia reactiva a la capacidad máxima y por debajo / *Reactive power capability at maximum capacity and below* | 5.7 | ≥B | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Modo de control de potencia reactiva / *Reactive power control modes* | 5.8 | ≥B | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Capacidad para soportar huecos de tensión de los MPE conectados por debajo de 110 kV / *Fault-ride-through capability of PPMs connected below 110 kV* | 5.11 | ≥B | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Capacidad para soportar huecos de tensión de los MPE conectados por encima de 110 kV / *Fault-ride-through capability of PPMs connected above 110 kV* | 5.11 | D | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Recuperación de la potencia activa después de una falta / *Recovery of active power after a fault* | 5.11 | ≥B | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Inyección rápida de corriente de falta en el punto de conexión en caso de faltas (trifásicas) simétricas / *Fast fault current injection at the connection point in case of symmetrical (3-phase) faults* | 5.11 | ≥B | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |

(*) Evaluado por / Evaluated by:
P: Prueba de conformidad / *Test of compliance*
S: Simulación de conformidad / Simulation of compliance

**Modelos variantes para incluir en la certificación son definidos por medio de la siguiente denominación genérica**
*Variant models to be included in the certification are defined by means of the following generic denomination:*

INGECON SUN 3825TL C[XXX]
INGECON SUN STORAGE 3660TL C[YYY]

siendo [XXX] la tensión AC comprendida entre 600 V y 690 V / *being [XXX] AC Voltage, in the range from 600 V to 690 V.*
siendo [YYY] la tensión AC comprendida entre 366 V y 660 V / *being [YYY] AC Voltage in the range from 366 V to 660 V.*

Nota: la corriente nominal de los modelos variantes incluidos en este certificado es 3 200 A, por consiguiente, cumple con el requisito “corriente alterna nominal ±50 % con respecto al tipo ensayado”.
*Note: the nominal current of the variant models included in this certificate is 3 200 A, thus complying with the requirement "nominal alternating current ±50 % with respect to the model tested".*

# Anexo 12. Certificado de Conformidad 2

# Certificado de Conformidad

**Por medio del certificado de producto número:** / *By the product certificate number:* **Nº 2621/0406-8-2-A/E1–CER**

**Emitido a:** / *Issued to:*

**Propietario de la licencia:** / *License holder:* **INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A.**
Avenida Ciudad de la Innovación, 13, 31621 Sarriguren (Navarra), Spain

**Marca:** / *Trademark:* **INGECON**

**Dirección de Fábrica:** / *Factory location:* **INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A.**
Polígono Industrial El Juncarillo, Nave 1, 31293 Sesma (Navarra), Spain

**Se certifica que el producto:** / *It is certified that the product:*

**Tipo de aparato:** / *Type of product:* **Inversor fotovoltaico Bidireccional** / *Grid Support Utility Bidirectional Converter*

**Modelo ensayado:** / *Tested model*: **INGECON SUN 3825TL C600**
**Modelos variantes:** / *Variant models*: **Ver página 3 /** *See page 3*

**Datos técnicos:** / *Rated characteristics:*

| | |
|---|---|
| **Potencia nominal /** *Rated Power* | **3 326 kW** |
| **Tensión nominal /** *Rated Voltage* | **600 V** |
| **Frecuencia nominal /** *Rated Frequency* | **50 Hz** |
| **Versión Firmware /** *Firmware version* | **ABU1000_** |
| **Número de fases /** *Number of phases* | **3/N/PE** |
| **Transformador de aislamiento /** *Isolation transformer* | **No** / *No* |

**Está en cumplimiento con /** *Is in compliance with:*

**Regulación /** *Regulation:* **- P.O. 12.2 (SENP)** "Instalaciones conectadas a la red de transporte y equipo generador: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad" de los sistemas eléctricos no peninsulares (febrero 2018).

**Norma** / *Standard:* **- Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los Módulos de Generación de Electricidad según el P.O. 12.2 SENP. revisión 1.1 del 9 de julio de 2021 ([1])**
**- Corrección de errores de la revisión 1.1 del 8 de octubre de 2021**

([1]) Ver en la página 2 más detalles sobre los requisitos de esta norma que están evaluados y en cumplimiento bajo el alcance de este certificado. /
*See page 2 for more details regarding the standard´s requirements that are evaluated and in compliance under the scope of this certificate*

Se certifica que las Unidades de Generación Eléctrica (UGE) indicadas en este certificado cumplen con los requisitos estipulados en la norma certificada / *It is certified that Power Gernerating Unit (PGU) above inidicated are in compliance with requirements detailed in the above referenced standard.*

El equipo antes mencionado está certificado conforme al procedimiento interno de SGS PE.T-ECPE-65 de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065. / *The above-mentioned generating unit is certified according to the SGS internal procedure PE.T-ECPE-65 based on the requirements of the UNE-EN ISO/IEC 17065.*

Este certificado cancela y sustituye al certificado nº 2621/0406-8-2-A–CER/E1. / *This certifcate cancels and supersedes the certificate No. 2621/0406-8-2-A–CER/E1.*

Este certificado se emite por vez primera: 25 de octubre de 2022. / *This certificate is first issued on 25th October 2022.*

**Madrid, 30 de enero de 2023**
**Madrid, 30th January 2023**

Daniel Arranz Muñiz
Certification Manager

| Requisito / *Requirement* | Apartado / *Clause* P.O. 12.2 SENP | Apartado / *Clause* NTS SENP/ *NTS SENP* | Cumplimiento / Compliant Si / YES | NO / NO | N/A | Entidad Emisora / *Issuing Entity* | Ev. (*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Modo regulación potencia-frecuencia limitado sobrefrecuencia (MRPFL-O) / *Limited Frequency Sensitive Mode - Overfrequency (LFSM-O)* | 8.2.3 | 5.1 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Modo regulación potencia-frecuencia limitado-subfrecuencia (MRPFL-U) / *Limited Frequency Sensitive Mode -Underfrequency (LFSM-U)* | 8.2.4 | 5.2 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Modo regulación potencia-frecuencia (MRPF) / *Frequency Sensitive Mode (FSM)* | 8.2.5 | 5.3 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Capacidad de control y el rango de control de la potencia activa en remoto / *Remote power control capability and range* | 8.2.2.a | 5.5 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Capacidad de potencia reactiva a la capacidad máxima y por debajo / *Reactive power capability at maximum and below* | 8.4.2.a 8.4.2.b | 5.7 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Modo de control de potencia reactiva / *Reactive power control modes* | 8.4.2.c | 5.8 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Capacidad para soportar huecos de tensión de los MPE / *Fault Ride Through capability of PPMs* | 8.4.3 | 5.11 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |
| Inyección rápida de corriente de falta en el punto de conexión en caso de faltas (trifásicas) simétricas / *Fast fault current injection at the connection point in case of balanced (3-phase) faults* | | 5.11 | ☒ | ☐ | ☐ | SGS | P |
| | | | TRF No. 2221/0406-8-E1 | | | | |

(*) Evaluado por / Evaluated by:
P: Prueba de conformidad / *Test of compliance*
S: Simulación de conformidad / *Simulation of compliance*

**Modelos variantes para incluir en la certificación son definidos por medio de la siguiente denominación genérica:**
*Variant models to be included in the certification are defined by means of the following generic denomination:*

INGECON SUN 3825TL C[XXX]
INGECON SUN STORAGE 3660TL C[YYY]

siendo [XXX] la tensión AC comprendida entre 600 V y 690 V / *being [XXX] AC Voltage in the range from 600 V to 690 V.*
siendo [YYY] la tensión AC comprendida entre 366 V y 660 V / *being [YYY] AC Voltage in the range from 366 V to 660 V.*

Nota: la corriente nominal de los modelos variantes incluidos en este certificado es 3 200 A, por consiguiente, cumple con el requisito “corriente alterna nominal ±50 % con respecto al tipo ensayado”.
*Note: the nominal current of the variant models included in this certificate is 3 200 A, thus complying with the requirement "nominal alternating current ±50 % with respect to the model tested".*

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

# DOCUMENTO 03. ANEXOS ORGANISMOS

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 03. ANEXOS ORGANISMOS

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**ANEXO 1. PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN ..... 5**

# Anexo 1. Permiso de Acceso y Conexión

e-distribución

**TELEIRO SOLAR, S.L.**
IRLANDA, 13, PLANTA 1, PUERTA 5
41500 - ALCALA DE GUADAIRA
A la Atención de PABLO RAFAEL GÓMEZ FALCÓN

| | |
|---|---|
| **Ref. Solicitud:** | 0000735016 |
| **Tipo de Generación:** | GENERACIÓN-ALMACENAMIENTO |
| **Dirección del Suministro:** | CL BRUJULA 23, ALMACENAMIEN, 11379, PALMONES-GUADACORTE, BARRIOS (LOS), CADIZ |
| **Fecha:** | 19 de febrero de 2024 |

**ASUNTO**: Emisión de los permisos de acceso y conexión

Conforme a su solicitud de acceso y conexión para la instalación TELEIRO BARRIOS con capacidad de acceso solicitada para 4000 kW de potencia, por la presente EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, según lo indicado por la legislación vigente, emite los permisos de acceso y conexión a la red de distribución, de acuerdo con la propuesta previa aceptada por el titular que se incluye como anexo de estos permisos, con las siguientes características:

- **Fecha de obtención de los permisos de acceso y conexión:** 19 de febrero de 2024
- **Referencia de la garantía económica por la Administración:** CAJAVAL EH1101 2023/500027
- **Capacidad de acceso:** 4000.0 kW
- **Ubicación:** CL BRUJULA 23, ALMACENAMIEN, 11379, PALMONES-GUADACORTE, BARRIOS (LOS), CADIZ.
- **Tipo de generación:** ALMACENAMIENTO
- **Capacidad de almacenamiento de los elementos de acumulación:**
- **Punto de conexión**: Punto de Conexión: En el tramo de M.T. ubicado RSMT próxima de la Línea de M.T. CINECITE perteneciente a la SET BARRIOS . El conductor existente es SUB AL 240x1x3 Seco a la tensión de 20.000 voltios.
- **Coordenadas UTM del punto de conexión (X, Y, Huso):** (281036.19, 4007439.7, 30)
- **Tensión nominal del punto de conexión (V):** 20.000
- **Significatividad según RD 647/2020:** Tipo B
- **Condiciones técnicas y económicas:** Ver anexo 1

De conformidad con lo establecido en el artículo 33.8 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, y con el artículo 1 del Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, los permisos de acceso y de conexión caducarán si transcurridos cinco años desde la fecha de su obtención las instalaciones a las que se refieren dichos permisos de acceso y de conexión no hubieran obtenido la autorización administrativa de explotación. Así mismo, se producirá La caducidad de los permisos de acceso y de conexión en

caso de no acreditación a esta empresa distribuidora del cumplimiento de cualquiera de los hitos administrativos establecidos en el artículo 1 del Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, en los plazos que se establecen en el mismo.

Atentamente,

**EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal**

*Operaciones Comerciales*

*Conexiones*

e-distribución

## ANEXO I – PROPUESTA PREVIA

e-distribución

**TELEIRO SOLAR, S.L.**
IRLANDA, 13, PLANTA 1, PUERTA 5
41500 - ALCALA DE GUADAIRA
A la Atención de PABLO RAFAEL GÓMEZ FALCÓN

| | |
|---|---|
| **Ref. Solicitud:** | 0000735016 |
| **Tipo de Generación:** | GENERACIÓN-ALMACENAMIENTO |
| **Dirección del Suministro:** | CL BRUJULA 23, ALMACENAMIEN, 11379, PALMONES-GUADACORTE, BARRIOS (LOS), CADIZ |
| **Fecha:** | 29 de diciembre de 2023 |

**ASUNTO:** propuesta previa de acceso y conexión

Muy Sres. Nuestros:

En relación a su solicitud de permisos de acceso y conexión a la red de distribución de e-distribución de la instalación de generación TELEIRO BARRIOS de 4000 kW de potencia, con conexión directa a la red de distribución, situada en **CL BRUJULA 23, ALMACENAMIEN, 11379, PALMONES-GUADACORTE, BARRIOS (LOS), CADIZ.**

Les comunicamos que una vez evaluada su petición, la propuesta previa de las condiciones en las que existe capacidad de acceso en el punto propuesto/solicitado de la red de distribución y que hacen viable la conexión es la siguiente:

- Potencia de Acceso Exportación Solicitada: 4000 kW
- **Capacidad de Acceso Exportación Concedida: 4000 kW**
- Potencia de Acceso Importación Solicitada: 1000 kW
- **Capacidad de Acceso Importación Concedida: 1000 kW**
- Potencia Instalada: 4000 kW
- Punto de conexión solicitado: LMTS CINECITE
- Punto de conexión concedido: \BARRIOS\20\CINECITE
- Coordenadas UTM del punto de conexión concedido: 30, 281036.19, 4007439.7
- Tensión nominal (V): 20.000
- Potencia de cortocircuito máxima de diseño (MVA): 866
- Potencia de cortocircuito mínima (MVA): 235
- Tipo de significatividad (s/art. 8 del RD 647/20): Tipo B
- Restricciones temporales del derecho de acceso:
  - De conformidad con lo previsto en el artículo 33.2 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, el derecho de acceso en el punto de conexión propuesto podrá ser restringido temporalmente por situaciones que puedan derivarse de condiciones de operación o de necesidades de mantenimiento y desarrollo de la red.

e-distribución

Estas indicaciones técnicas se facilitan para atender su solicitud, sin que puedan ser aplicadas para condiciones distintas a las consideradas (tipo de generación, potencia, ubicación, etc.).

Además, conforme a lo establecido en la Disposición Adicional Decimotercera del RD 1955/2000, incluida en la Disposición final primera del RD 1699/2011, acompañamos la siguiente documentación:

- **Pliego de Condiciones Técnicas**, donde le informamos de los trabajos que se precisan para atender su solicitud, distinguiendo entre los correspondientes a refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de la red de distribución existente en servicio o planificada y los que se requieren para la extensión de la red desde el punto existente y el punto frontera de la nueva instalación.
- **Presupuesto** detallado de los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de la red de distribución existente en servicio.

De acuerdo a la legislación vigente, todas las instalaciones detalladas en el Pliego de Condiciones Técnicas deben ser ejecutadas a cargo del solicitante.

En general, para la medida de energía deberá cumplirse con lo establecido en el RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

El presente escrito no supone garantía alguna de las condiciones y precio de adquisición de la energía generada por el productor, quedando éstas sujetas a la reglamentación que les sea de aplicación en cada momento

De acuerdo con la legislación vigente, todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con potencia instalada mayor de 1 MW, o inferior a 1 MW pero que formen parte de una agrupación de instalaciones cuya suma de potencias sea mayor de 1 MW, deberán enviar telemedidas al operador del sistema, en tiempo real, de forma individual en el primer caso o agregada en el segundo. Estas telemedidas serán remitidas por los titulares de las instalaciones o, en su caso, por sus representantes, pudiendo ser transmitidas a través de los centros de control de la empresa distribuidora si así lo acordaran con esta.
Las instalaciones eólicas y las instalaciones o agrupaciones de instalaciones fotovoltaicas de potencia superior a 2 MW, están obligadas al cumplimiento de lo dispuesto en el procedimiento de operación P.O. 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas, aprobado mediante Resolución de 4 de octubre de 2006 de la Secretaría General de Energía.

**Conforme prevé el RD 1183/2020, le informamos que dispone de un plazo máximo de 30 días hábiles para comunicarnos la aceptación de la propuesta previa**.

Para que esta propuesta previa pueda considerarse aceptada y procedamos a remitir los permisos de acceso y conexión será requisito imprescindible, el pago, en este mismo plazo, de las infraestructuras incluidas en el pliego de condiciones técnicas, a través de los medios recogidos en esta misma comunicación. Transcurrido este plazo sin haber recibido comunicación por su parte, se considerará no aceptada por parte del solicitante. Lo que supondrá que el gestor de la red desestime la solicitud de los permisos de acceso y conexión.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en el teléfono **900 920 959**, o a través del correo electrónico conexiones.edistribución@enel.com. Así mismo, en nuestra página web www.edistribucion.com, podrá obtener mayor información respecto de la tramitación de este proceso y legislación aplicable.

Atentamente,

e-distribución

**EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal**

*Operaciones Comerciales*
*Conexiones*

**PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS**

- **Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio.**

Los trabajos incluidos en este apartado, que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro:

- Refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones en servicio (a cargo del solicitante):

  Material empalmes.
  Instalación de 2 nuevas arquetas A2.
  Cata y localización de servicios afectados
  Acondicionamiento arquetas para nueva derivación.

- Entronque y conexión a la red existente.

- **Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación hasta el punto de conexión con la red de distribución, que vayan a formar parte de la red de distribución.**

Los trabajos incluidos en este apartado, al no suponer actuaciones sobre instalaciones en servicio, podrán ser realizados, a decisión del solicitante, por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora:

Canalización MT con 3 tubos de 200mm desde el punto de conexión propuesto hasta el nuevo CT de Seccionamiento-Abonado a instalar.
Reposición.
Aportación y tendido de anillo MT con cable 240 necesario.
Instalación de arquetas MT necesarias.
Instalación nuevo CT de Seccionamiento-Abonado con toda la aparamenta necesaria.

De acuerdo con la legislación vigente, las nuevas instalaciones necesarias desde el punto de conexión con la red existente hasta el punto frontera con la instalación de generación que vayan a formar parte de la red de distribución, y sean realizadas directamente por el solicitante, habrán de ser cedidas a e-distribución, quien se responsabilizará de su operación y mantenimiento.

Por otra parte, las instalaciones que se construyan para la evacuación de la energía eléctrica procedente de su central hasta el límite de titularidades con la empresa distribuidora tendrán carácter de instalaciones de conexión de generación, de acuerdo con la legislación vigente, por tanto, se construirán y tramitarán con este carácter, siendo titularidad del generador, que se encargará de su construcción, explotación y mantenimiento.

Para la inscripción definitiva del módulo de generación en el RAIPEE necesita disponer de las notificaciones operacionales definidas en el RD 647/20 previas a la efectiva puesta en servicio de la instalación, puede solicitarlas a través del área privada de la web de e-distribución, desde el menú MAS / SERVICIO PARA PRODUCTORES /NOTIFICACIONES OPERACIONALES.

e-distribución

## PRESUPUESTO

En caso de ser necesario el pago del Estudio Técnico realizado, se le adjuntará al final de esta carta el Anexo "FACTURACIÓN ESTUDIO TÉCNICO", que detalla cómo proceder al pago del mismo.

**Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red existente en servicio**

Adjuntamos presupuesto detallado de los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red existente en servicio a realizar por e-distribución, y de los materiales utilizados en el entronque.

Por las circunstancias especiales de esta acometida, el plazo estimado de ejecución para su puesta en servicio, que incluye los trabajos reservados a esta distribuidora, será aproximadamente de 80 días hábiles, a contar desde que se finalicen por su parte las instalaciones de enlace de su instalación y se disponga de los permisos y autorizaciones administrativas necesarias, y finalizada su instalación de enlace para la conexión.

De acuerdo a la legislación vigente, los trabajos detallados en este presupuesto serán realizados, en todo caso, por esta empresa distribuidora, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo a costa del solicitante.

El importe a abonar a e-distribución es el que le indicamos a continuación:

| | |
|---|---|
| - Derechos de Supervisión: | 406,10 € |
| - Trabajos adecuación de instalaciones existentes: | 23.584,75 € |
| - Suma parcial: | 23.990,85 € |
| - I.V.A. (IVA/IGIC/IPSI en vigor ): | 5.038,08 € |
| - **Total importe abonar SOLICITANTE*:** | **29.028,93 €** |

***Los trabajos están supeditados a la obtención de la licencia municipal por parte del cliente.**

***Todas aquellas gestiones y permisos que puedan derivar de esta instalación correrán a cargo del cliente.**

***No se incluye la obtención de los permisos particulares si fueran necesarios para la ejecución de los trabajos, corriendo estos en cualquier caso a cuenta del cliente. Dicha documentación deberá aportarse previo a la puesta en servicio de la instalación junto con el proyecto.**

***El cliente deberá instalar un nuevo CT de Seccionamiento-Abonado, deberá realizar canalización de MT con 3 tubos de 200mm desde la ubicación del nuevo CT hasta las nuevas arquetas de entronque, aportando cable en MT necesario para que esta compañía pueda realizar las conexiones correctamente.**

***El nuevo CT Seccionamiento-Abonado deberá ser telecontrolado, por lo que el cliente deberá instalar el telemando en el CT y esta compañía los pondrá en servicio.**

***En la licencia de obras que deberá aportar el cliente, se deberán incluir los trabajos a ejecutar por Endesa reflejados en el croquis adjunto, estando supeditados los trabajos de ejecución de las mismas a la aportación de la autorización municipal.**

*** El cliente deberá ejecutar la LSMT desde el punto de conexión dado, realizar un Nuevo CT de Seccionamiento- Abonado conforme futuro proyecto eléctrico que deberá aportar a esta compañía para obtener la conformidad del mismo.**

* Importe total calculado con el impuesto general vigente, a fecha de emisión de estas condiciones económicas, del territorio donde se presta este servicio.

De producirse una variación del mismo, el importe a abonar deberá actualizarse con el nuevo valor del impuesto aplicable a la fecha del pago.

En el caso de personas jurídicas, rogamos tengan en consideración que el impuesto y el tipo impositivo indicado en estas condiciones económicas se verá modificado al facturarle si usted, a nuestros efectos, no consta con domicilio fiscal en el mismo territorio donde se presta este servicio.

Puede proceder a su aceptación haciendo efectivo el importe mencionado mediante alguna de las siguientes opciones:

- Mediante tarjeta bancaria a través del siguiente enlace: https://zonaprivada.edistribucion.com/solicitudesconexion?lang=es&cod=a2f2o000005hdtF o accediendo al portal privado de la web www.edistribucion.com y desde el detalle de la solicitud proceder al pago.

- Mediante transferencia bancaria a la cuenta corriente ES21-0182-3994-05-0202687000, indicando en el concepto el texto literal: **'CNX 0000735016'**. En este caso deberá enviarnos el justificante de la misma al correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com o desde el área privada de nuestra web www.edistribucion.com, a través del servicio 'Conexión a la red' y seleccionando esta solicitud en el apartado 'Tus solicitudes de conexión'.

En cuanto recibamos el pago anteriormente indicado, comenzaremos a trabajar para adecuar la red eléctrica a su instalación y emitiremos la factura a nombre de **TELEIRO SOLAR, S.L.**.

Si se trata de una Administración Pública, previo a la aceptación de las condiciones técnicas y económicas deberán comunicarnos los códigos DIR3 (Oficina Gestora, Oficina Contable, Unidad Tramitadora y, opcionalmente, Expediente) que deben acompañar a la factura que emitiremos a su nombre.

En el caso de que la factura deba emitirse a nombre de otra persona (física o jurídica), será necesario haber sido autorizado en el momento de formalizar la solicitud o que previo al pago, nos envíe la autorización de pago y facturación firmada a conexiones.edistribucion@enel.com.. El modelo de autorización de pago y facturación se encuentra disponible en www.edistribucion.com, (Conexiones a la Red - ¿Deseas descargar los formularios para enviarlos por correo electrónico?) o también puede solicitarlo a conexiones.edistribucion@enel.com.

Si considera que el impuesto aplicable debe modificarse rogamos contacte con conexiones.edistribucion@enel.com.

e-distribución

## ANEXO I DESGLOSE PRESUPUESTO

### CARGOS IMPUTABLES AL CLIENTE

**Trabajos de adecuación de instalaciones existentes**

| Udes. | Precio Ud.(€) | Descripción | Cargo* | Total |
|---|---|---|---|---|
| 6 | 66,15 € | EMPALME MONOB FRIO 18/30KV 150 A 240MM2 | I | 396,90 € |
| 1 | 3339,00 € | COORDINACION Y PUESTA EN SERVICIO DE EQU | I | 3.339,00 € |
| 2 | 648,33 € | ARQUETA A2 DE FABRICA | I | 1.296,67 € |
| 1 | 117,18 € | CATA LOCALIZACION SERVICIOS | I | 117,18 € |
| 1 | 17307,72 € | RELE CTR EN SUBESTACION | I | 17.307,72 € |
| 16 | 7,91 € | ACOND PARA TENDIDO CANALIZACIÓN EXISTENT | I | 126,60 € |
| 1 | 306,12 € | TASA ADMINISTRATIVA INDUSTRIA | I | 306,12 € |
| 2 | 347,28 € | TAPA DE FUNDICIÓN MODELO A2 Y MARCO | I | 694,56 € |
| | | **TOTAL** | | **23.584,75 €** |

### CARGOS IMPUTABLES AL CLIENTE

**DSIC**

| Udes. | Precio Ud.(€) | Descripción | Cargo* | Total |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 406,10 € | Derechos de Supervisión de Instalaciones Cedidas | I | 406,10 € |
| | | **TOTAL** | | **406,10 €** |

### CARGOS NO IMPUTABLES AL CLIENTE

**Entronque: sólo material. (mano de obra a cargo de la distribuidora).**

| Udes. | Descripción | Cargo* |
|---|---|---|
| 1 | TRAZADO PUNTUAL CIRCUITO SUBT MT/BT | N |
| 1 | COLOC CARTELERIA (AVISOS) TRABAJO PROGR | N |
| 119 | BDD | N |
| 1 | MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA | N |
| 1 | IDENTIFICACION Y CORTE CABLE MT | N |
| 2 | EMPALME C SUB MT (SIN CAMBIO TECNOLOGÍA) | N |
| 1 | ACTA PREVIA PLANIFICACIÓN TRJ RED MT-BT | N |

**NOTA: TODAS LAS CANTIDADES FIGURAN EN EUROS Y SIN IMPUESTOS VIGENTES.**
**LA VALIDEZ DE ESTAS CONDICIONES: 30 DIAS**

*I:(Imputable) parte de la obra que ejecuta la empresa distribuidora con cargo al cliente.
N:(No imputable) parte de la obra que ejecuta la empresa distribuidora a su cargo.
C:(Cargo cliente): parte de la obra que ejecuta el cliente según acuerdo.


EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 36.900, Libro 0, folio 136, Hoja M-272592 C.I.F. B82846817

e-distribución

**ANEXO II TRAMITES NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE EXTENSIÓN POR EL SOLICITANTE Y CESIÓN:**

Antes del comienzo de los trabajos se realizará una reunión con el Promotor donde se designarán las personas que a lo largo de la realización se constituirán en interlocutores permanentes para analizar y decidir aquellos aspectos que surjan durante la realización de los trabajos. Asimismo, se decidirán las responsabilidades de cada parte, así como los hitos de ejecución: el Promotor avisará a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal con la suficiente antelación sobre la previsión de las diferentes etapas de realización, y en especial de aquellas partidas que una vez concluidas quedarán fuera de la simple visualización in situ. Se definirá también la documentación a aportar por el Promotor relativa a la calidad de las instalaciones: ensayos, etc.

En caso de que las instalaciones a ceder incluyan uno o varios centros de transformación, se deberá tener en cuenta que sus cuadros de baja tensión deberán estar adaptados para el nuevo requerimiento legal de telegestión de los contadores según Normas e-distribución FNZ001 (10ª ed.), FNL002 (3ª ed.), FNZ002 (3ª ed.) o FNL001 (5ª ed.), según corresponda. Estos incluirán fusibles de protección del circuito de concentrador, además de un conector (conjunto macho/hembra) previsto para la conexión del citado concentrador.

Finalizada la obra y con anterioridad de 30 días mínimo a la puesta en servicio de la instalación, será preciso que nos faciliten la documentación siguiente:

- Dos copias del Proyecto.
- Autorización administrativa del Proyecto.
- Permisos de paso de los propietarios y Organismos Oficiales afectados, y licencia municipal de obras.
- Dirección Técnica de Obra visada (con planos acotados de detalle si incluye red subterránea)
- Certificado de ejecución de la empresa contratista que realice las instalaciones.
- Documentación definida en la mencionada reunión.

Una vez dispongamos de esta documentación y se haya verificado por nuestros técnicos la correcta ejecución de las instalaciones conforme al Proyecto, se realizará un Convenio de cesión de instalaciones a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal y procederemos a solicitar la Autorización de Puesta en Marcha y cambio de titularidad a favor de la empresa distribuidora, al Servicio Provincial de Industria y Energía. Una vez asumida la nueva titularidad, EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal se encargará del mantenimiento y operación de las instalaciones.

La puesta en servicio se realizará bajo la supervisión de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, una vez efectuadas por el Promotor las pruebas y ajustes de los equipos y cumplimentados los protocolos correspondientes.

La Recepción Definitiva de la instalación se efectuará doce meses después de la Recepción Provisional, si durante este tiempo su funcionamiento ha sido satisfactorio (entendiéndose como tal su disponibilidad para la explotación normal). La fecha del Acta de Recepción Provisional de la instalación define el comienzo del Período de Garantía cuya duración será hasta la Recepción Definitiva. Si se comprobase que cualquier elemento o dispositivo fuese defectuoso, dentro del plazo de garantía, el Promotor estará obligado a reparar o sustituirlo por su cuenta y riesgo en el plazo más breve, asumiendo todos los gastos correspondientes a la sustitución o reparación (transporte, desmontaje y montajes, etc.).

**CROQUIS EJECUCION**

e-distribución

**ANEXO: FACTURACIÓN ESTUDIO TÉCNICO**

En relación a su solicitud de acceso y conexión de la instalación de generación **CL BRUJULA 23, ALMACENAMIEN, 11379, PALMONES-GUADACORTE, BARRIOS (LOS), CADIZ.** de 4000 kW de potencia, a la red de e-distribución, le informamos que de acuerdo a lo indicado en el artículo 30 del RD 1048/2013 debe abonar el coste del estudio técnico realizado, de importe **650€ más impuestos vigentes**[1].

Hemos procedido a la facturación del mismo a nombre de **TELEIRO SOLAR, S.L**[2]. En breve recibirá la factura en la dirección de contacto que nos ha facilitado, puede proceder a su pago mediante alguna de las siguientes opciones:

- Accediendo al portal privado de la web www.edistribucion.com, apartado "GESTIÓN DEL SUMINISTRO/TUS FACTURAS/PAGO DE FACTURAS".

- A través de la cuenta bancaria **ES20-0049-1173-01-2110139750**, haciendo constar textualmente la referencia de la solitud nº "0000735016", y enviando copia del justificante de transferencia al correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com.

[1]El importe total a abonar debe incluir el impuesto general vigente, a fecha de emisión de estas condiciones económicas, del territorio donde se presta este servicio. De producirse una variación del mismo, el importe a abonar deberá actualizarse con el nuevo valor del impuesto aplicable a la fecha del pago. En el caso de **personas jurídicas**, rogamos tengan en consideración que **el impuesto y el tipo impositivo indicado en estas condiciones económicas se verá modificado al facturarle si usted**, a nuestros efectos**, no consta con domicilio fiscal en el mismo territorio donde se presta este servicio.** Si procede facturar con alguna excepción al impuesto general, debe contactar con conexiones.edistribucion@enel.com.

[2]Caso de que la factura deba emitirse a nombre de otra persona (física o jurídica), será necesario que previo al pago, nos envíe la autorización de pago y facturación a conexiones.edistribucion@enel.com, utilizando el modelo disponible en www.edistribucion.com, apartado Conexiones a la Red, ¿Deseas descargar los formularios para enviarlos por correo electrónico?, o solicitándolo a conexiones.edistribucion@enel.com.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

# DOCUMENTO 04. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 04. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**1. PROPÓSITO ..... 7**

**2. DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA ..... 7**

**2.1 Definiciones ..... 7**

**2.2 Abreviaturas ..... 8**

**2.3 Documentos de Referencia ..... 8**

**3. ALCANCE DEL TRABAJO ..... 8**

**4. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ..... 8**

**4.1 Requisitos Generales ..... 8**

**4.2 Requisitos de la Documentación ..... 9**

4.2.1 Control de Documentos ..... 9

4.2.2 Control de Registros ..... 10

**5. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN ..... 10**

**5.1 Compromiso de la Dirección del Proyecto ..... 10**

**5.2 Enfoque al Cliente ..... 11**

**5.3 Política de calidad ..... 11**

**5.4 Planificación ..... 11**

5.4.1 Objetivos de la Calidad: ..... 11

**5.5 Responsabilidad, Autoridad y Comunicación ..... 11**

5.5.1 Responsabilidad y Autoridad ..... 11

5.5.2 Comunicación Interna ..... 16

**5.6 Revisión por la dirección ..... 17**

5.6.1 Información de entrada y Resultados de la Revisión ..... 17

**6. GESTIÓN DE LOS RECURSOS ..... 17**

**6.1 Provisión de recursos ..... 17**

**6.2 Recursos humanos ..... 18**

6.2.1 Generalidades ..... 18
6.2.2 Competencia, formación y toma de conciencia ..... 18
**6.3 Infraestructura ..... 18**
**6.4 Ambiente de Trabajo ..... 18**
**7. REALIZACIÓN DEL PRODUCTO ..... 19**
**7.1 Planificación de la Realización del Producto ..... 19**
**7.2 Procesos relacionados con el Cliente ..... 21**
7.2.1 Comunicación con el Cliente ..... 21
**7.3 Diseño y Desarrollo ..... 22**
**7.4 Compras ..... 22**
**7.5 Producción y Prestación del Servicio ..... 23**
7.5.1 Control de la Producción y Prestación del Servicio ..... 23
7.5.2 Validación de los Procesos para la Ejecución del Proyecto ..... 23
7.5.3 Identificación y Trazabilidad del Producto ..... 24
7.5.4 Propiedad del Cliente ..... 24
7.5.5 Preservación del Producto ..... 24
**7.6 Control de Equipos de Seguimiento y Control ..... 25**
**8. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA ..... 26**
**8.1 Generalidades ..... 26**
**8.2 Seguimiento y Medición ..... 26**
8.2.1 Satisfacción del CLIENTE ..... 26
8.2.2 Auditoría Interna ..... 26
8.2.3 Seguimiento y Medición de los Procesos y Producto ..... 27
**8.3 Tratamiento de Producto No Conforme ..... 27**
**8.4 Análisis de Datos ..... 27**
**8.5 Mejora ..... 27**
8.5.1 Mejora Continua ..... 27
8.5.2 Acción Preventiva y Correctiva ..... 28

# 1. Propósito

El Contratista establece, documenta y mantiene un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) como un medio para asegurar que sus servicios cumplan con los requisitos especificados.

El propósito del presente Plan de Gestión de la Calidad es establecer la manera de planificar, asegurar, controlar, registrar y mejorar los trabajos para asegurar que sus servicios cumplan con los requisitos especificados para el Proyecto.

En él se describe la metodología, organización, medios y la secuencia de actividades que el Contratista empleará para la gestión de la calidad del Proyecto.

El Área de Aseguramiento y Control de la Calidad supervisa las actividades propias del proyecto para asegurar que se cumpla el Plan de Calidad.

# 2. Definiciones, Abreviaturas y Documentos de Referencia

## 2.1 Definiciones

- Propietario: Se entiende por TELEIRO SOLAR, S.L.
- Cliente: Se entiende por TELEIRO SOLAR, S.L.
- Supervisión QA/QC del Cliente: Se entiende por la empresa contratada por el cliente para supervisar los trabajos QA/QC.
- Supervisión HSE del Cliente: Se entiende por la empresa contratada por el cliente para supervisar los trabajos de seguridad y salud.
- Contratista: Se refiere al contratista principal de la obra.
- Proyecto: Es un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, con un objetivo y requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.
- Requisitos: Necesidades o expectativas establecidas por el cliente sea implícita u obligatoria (contrato, especificaciones, planos, etc.).
- Procedimientos de Control: Establece un mecanismo que asegura el Control de la Calidad de una Disciplina ejecutada en el desarrollo del proyecto. Este control es soportado con la aplicación de protocolos que permiten registrar los resultados de las inspecciones y/o pruebas de ensayos hechas.
- SGC: Sistema de Gestión de la Calidad. Conjunto de procesos, recursos, y acciones utilizadas en forma planificada para dirigir y controlar la organización en lo relativo a la calidad.
- Proveedor: Organización, distribuidor, fabricante, importador o subcontratista que suministra un producto y/o servicio al contratista

- Equipos IME: Inspección, Medición y Ensayo.

### 2.2 Abreviaturas

Las siguientes abreviaciones serán usadas en el presente plan de calidad.

- QA/QC : Control de Calidad, Aseguramiento de la Calidad
- PPI : Plan de puntos de inspección.
- SGC : Sistema de Gestión de la Calidad.
- RNC : Reporte de No Conformidad

### 2.3 Documentos de Referencia

El Contratista al implementar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en base a la norma ISO 9001: 2008, contempla el uso de Procedimientos de Gestión y Formatos propios del Contratista, los cuales son referidos en el presente Plan de Calidad, por lo que su uso es de carácter obligatorio; sin embargo, pudiendo en este caso llegar a un acuerdo entre Cliente y el Contratista, para definir el uso de determinados formatos sobre la base de un mejor control y una gestión de calidad de acuerdo a los lineamientos de la norma ISO 9001:2008, que se traduzca en beneficio para todo el Proyecto.

Del Contratista.

- Procedimientos de Gestión y Control.

Del Cliente.

- Especificaciones Técnicas del Proyecto.

## 3. Alcance Del Trabajo

El Cliente, requiere de cierto servicio que consiste en realizar todos los trabajos de construcción de una instalación de almacenamiento con baterías electroquímicas denominada TELEIRO ALCALÁ con una potencia instalada de 5 MW, que estará conectada a la red eléctrica. Los trabajos incluyen Obras Civiles, obras mecánicas, obras eléctricas, comisionado y puesta en marcha.

## 4. Sistema de Gestión de la Calidad

### 4.1 Requisitos Generales

El Contratista, busca de manera permanente la satisfacción del Cliente a través de la aplicación eficaz de su Sistema de Gestión de la Calidad, desplegando procesos que aseguren la conformidad con los requisitos del Cliente y los requisitos legales aplicables. Este SGC será documentado, implementado, mantenido y mejorado continuamente con los requerimientos de la Norma ISO 9001:2008.

El contratista define en su Sistema de Gestión de la Calidad, los procesos que contribuyen al suministro de un producto y/o servicio que cumple los requerimientos específicos, y mantiene estos procesos bajo control.

El SGC del Contratista, se basa en los siguientes ocho (8) principios:

1. Enfoque al Cliente.
2. Liderazgo.
3. Participación del personal.
4. Enfoque basado en procesos.
5. Enfoque de Sistema para la Gestión.
6. Mejora continua.
7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

### 4.2 Requisitos de la Documentación

El SGC implementado en este proyecto está estructurado sobre la base del ISO 9001:2008, pero durante la ejecución del proyecto puede ser acondicionada u originada según los requerimientos específicos del **Cliente** (acuerdo evidenciado).

#### 4.2.1 Control de Documentos

Mediante los procedimientos abajo citados se tiene métodos para una adecuada, efectiva y responsable recepción, emisión, distribución, archivo y control de los documentos del Sistema de Gestión de la Calidad.

El Departamento de Ingeniería a través del Documento Control de la obra, controla y distribuye toda la documentación del Proyecto que contenga datos e información que pueda afectar la calidad de los trabajos por ejecutar:

- Documentos de Ingeniería (planos, especificaciones).
- Cartas contractuales.
- Documentos de los Vendors.
- Procedimientos.
- Documentos de Subcontratistas.
- Documentos de Control de Calidad.
- Documentos de los equipos/materiales.
- Transmittals.

Los documentos aprobados y actualizados deben tenerse a disposición en las ubicaciones en donde se realicen las operaciones esenciales para el funcionamiento efectivo del contrato y donde el Plan lo requiera. La correspondencia técnica y de calidad del proyecto es tramitada con el Cliente mediante el un sistema de gestión documental que gestiona, controla y distribuye toda la documentación.

El Contratista a través de los supervisores de especialidad dispondrá en campo una copia de todos los planos del proyecto en tamaño original, exclusivamente para llevar un control de los cambios efectuados (red lines). Con estos planos el Departamento de Ingeniería preparará los planos "As Built" del proyecto en copia dura y copia electrónica para ser entregados al **Cliente** para su revisión y aprobación.

El Sistema de Control de Documentos en Obra, es como sigue:

1. Recepción por parte del Document Control (DC) del contratista, de la correspondencia documental (técnica y de calidad) remitido por el Cliente vía Share Point, vía correo electrónico y/o física
2. Descarga de documentación, accediendo a los documentos en el Share Point.
3. El DC imprime el documento y lo remite al Construction Manager, para su visado e indicación de distribución correspondiente
4. Distribución a las diferentes áreas de soporte del Contratista A&E y copia para archivo, en digital y papel, según la indicación del Construction Manager.
5. Inclusión de los documentos en un listado para consulta de todos los departamentos de obra (última revisión).

### 4.2.2 Control de Registros

Los Registros deben ser permanentemente elaborados al pie de obra y efectuados por personal de construcción y calidad del Contratista, para aprobación y/o validación de la Supervisión del CLIENTE. El llenado contempla realizar las anotaciones en formatos limpios, sin enmendaduras ni borrones. Cualquier alteración o incumplimiento (mal llenado) da lugar a la invalidación del documento.

Los controles serán previamente programados, Notificándose y solicitándose oportunamente la autorización de la Supervisión del CLIENTE, según los plazos mínimos. Ver Item 7.1.

# 5. Responsabilidad de la Dirección

## 5.1 Compromiso de la Dirección del Proyecto

Es compromiso del Project Manager, la implementación del SGC del Contratista difundiendo a toda la organización del proyecto la importancia de satisfacer tanto los requisitos establecidos por el Cliente como los requisitos legales, reglamentarios, la Política de Calidad y los Objetivos de Calidad del Proyecto. Estos son revisados periódicamente a través de los índices de calidad para medir su cumplimiento

Para ello, el Project Manager establecerá:

- Reuniones semanales con su equipo de trabajo para asegurar la disponibilidad de recursos, verificando el cumplimiento del avance del Programa de trabajo.

- Reuniones mensuales documentadas para llevar a cabo revisiones del Informe Mensual de Calidad, avance y cumplimiento de los alcances.

## 5.2 Enfoque al Cliente

La dirección del proyecto deberá estar en permanente comunicación con el Cliente a fin de recibir la información acerca de que sus requisitos están siendo cumplidos a su satisfacción. Para ello tomara en cuenta lo señalado en el Ítem 8.2.1

## 5.3 Política de calidad

En línea con la Política de Calidad establecida, el Project Manager es responsable de que sean difundidos, comprendidos y mantenidos en la Obra, a través de los canales internos

## 5.4 Planificación

### 5.4.1 Objetivos de la Calidad:

El Project Manager ha establecido para el presente proyecto Objetivos de la Calidad específicos, alineado con el Objetivo del Proyecto del Cliente; que serán medidos y controlados según indicadores y metas.

| Nombre del indicador | Unidad | Frecuencia | Fórmula | Meta | Responsable |
|---|---|---|---|---|---|
| Satisfacción del Cliente | % | En cada proyecto dos veces | Promedio de los 11 puntos medidos de la Encuesta de Satisfacción | 80% | Construction Manager |
| Producto No Conforme | % | Acumulado | (# PNC Cerrados / # PNC Registrados)*100 | ≥80% | Project Manager |
| Procedimientos Constructivos Aprobados Internamente | % | Acumulado | (# Procedimientos emitidos aprobados / (# Procedimientos emitidos) * x 100 | 100% | Project Manager y áreas de soporte |
| Protocolos Validados por el Contratista | % | Acumulado | (# Protocolos emitidos aprobados / (# Protocolos emitidos) * x 100 | 100% | Project Manager y áreas de soporte |

## 5.5 Responsabilidad, Autoridad y Comunicación

### 5.5.1 Responsabilidad y Autoridad

La línea de mando jerárquica para este proyecto está definida en el Organigrama del Proyecto nominal aprobado por la alta dirección. Para el presente Proyecto se mencionan las principales responsabilidades:

❖ **PROJECT MANAGER**

- Verificar que se cumplan los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión de Calidad del Proyecto en los procesos de construcción.

- Dirigir y comunicar en el Proyecto la Política y Objetivos de la Calidad.
- Comunicar la importancia de satisfacer los requisitos del Cliente a todos los integrantes del Proyecto y también los requisitos legales y reglamentarios.
- Verificar el cumplimiento de los requisitos del Cliente en los procesos de construcción, de acuerdo al contrato.
- Velar por la Implementación del Plan de Calidad en el Proyecto.
- Garantizar la disponibilidad de los recursos: Recursos Humanos, Materiales, Equipos, Infraestructura, Ambiente de Trabajo; adecuados para lograr la conformidad con los requisitos del producto.
- Aprobar el Plan de Calidad del Proyecto y velar por su cumplimiento.
- Verificar siempre el uso de las versiones vigentes de: planos, procedimientos, instructivos y sus formatos.
- Elaborar en forma conjunta con el Departamento de Ingeniería, la Relación de Materiales y/o Servicios Críticos del Proyecto, y enviarlo a Procura (Sede Central) para atender en forma oportuna los requerimientos del Proyecto.
- Verificar antes de elaborar la Orden de Suministro o Solicitud de Pedido, la condición de material y/o servicio como crítico en la relación anteriormente citada, para anexar información adicional de las características de lo solicitado (planos, detalles, especificaciones técnicas, etc.) e incluir en la llegada al Proyecto junto con el material y/o servicio lo sgte: certificados de calidad, hojas de seguridad MSDS, registros de ensayos y/o pruebas del material, etc.
- Verificar el estado de los materiales críticos a su llegada a obra, siempre que lo haya solicitado, para evitar malas recepciones por desconocimiento de algunos detalles o características propias del material, conocidas por el solicitante.
- Dirigir reuniones de coordinación con las diferentes áreas del proyecto.

❖ **CONSTRUCTION MANAGER**

- Aplicar y difundir que se cumplan los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión de Calidad del Proyecto en los procesos de construcción.
- Seguir y comunicar en el Proyecto la Política y Objetivos de la Calidad.
- Comunicar la importancia de satisfacer los requisitos del Cliente a todos los integrantes del Proyecto y también los requisitos legales y reglamentarios.

- Verificar el cumplimiento de los requisitos del Cliente, se hallan claramente definidos en un contrato firmado por ambas partes.
- Velar por la Implementación del Plan de Calidad en el Proyecto.
- Garantizar la disponibilidad de los recursos: Recursos Humanos, Materiales,
- Equipos, Infraestructura, Ambiente de Trabajo; adecuados para lograr la conformidad con los requisitos del producto.
- Revisar el Plan de Calidad del Proyecto y velar por su cumplimiento.
- Revisar los Procedimientos Constructivos emitidos en el Proyecto.
- Verificar siempre el uso de las versiones vigentes de: planos, procedimientos, instructivos y sus formatos.
- Elaborar en forma conjunta con el Departamento de Ingeniería, la Relación de Materiales y/o Servicios Críticos del Proyecto, y enviarlo a Procura (Sede Central) para atender en forma oportuna los requerimientos del Proyecto.
- Verificar antes de elaborar la Orden de Suministro, la condición de material y/o servicio como crítico en la relación anteriormente citada, para anexar información adicional de las características de lo solicitado (planos, detalles, especificaciones técnicas, etc.) e incluir en la llegada al Proyecto junto con el material y/o servicio lo sgte: certificados de calidad, hojas de seguridad MSDS, registros de ensayos y/o pruebas del material, etc.
- Verificar el estado de los materiales críticos a su llegada a obra, siempre que lo haya solicitado, para evitar malas recepciones por desconocimiento de algunos detalles o características propias del material, conocidas por el solicitante.
- Revisar subcontratos para la aprobación del Project Manager.
- Dirigir reuniones de coordinación con el cliente.

❖ **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

- Aplicar los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión de Calidad del Proyecto.
- Aplicar y difundir en obra la política y objetivos de la calidad.
- Difundir los requisitos del Cliente a todos los integrantes del Proyecto (contrato, especificaciones técnicas, planos, etc.)
- Participar en la elaboración de los Procedimientos Constructivos.

- Verificar siempre el uso de las versiones vigentes de: planos, procedimientos, instructivos y sus formatos.
- Verificar el control documentario (planos, procedimientos, formatos, etc.) de acuerdo al procedimiento de Control de Documentos.
- Elaborar en forma conjunta con el Construction Manager, la Relación de Materiales y/o Servicios Críticos del Proyecto, y enviarlo a Procura (Sede Central) para atender en forma oportuna los requerimientos del Proyecto.
- Verificar antes de elaborar la Orden de Suministro, la condición de material y/o servicio como crítico en la relación anteriormente citada, para anexar información adicional de las características de lo solicitado (planos, detalles, especificaciones técnicas, etc.) e incluir en la llegada al Proyecto junto con el material y/o servicio lo sgte: Certificados de Calidad, hojas de seguridad MSDS, registros de ensayos y/o pruebas del material, etc. Previamente debe coordinar con el Site Construction por ser una actividad compartida.
- Supervisar el suministro de materiales consumibles y de materiales permanentes a ser incorporados al Proyecto.
- Responsable de la Reevaluación a los Proveedores, de Materiales y/o Servicios Críticos.
- Supervisar la ejecución de los paquetes de pruebas.
- Supervisar y verificar las modificaciones de campo.

❖ **ADMINISTRATOR OF WORK**

- Soporta la ejecución del contrato. Bajo su responsabilidad se encuentran las áreas de Almacenes, Personal y Asistente social.
- El área de personal será responsable del cálculo y liquidación de remuneraciones, cálculo y pago de leyes sociales, de la contratación del personal y de la obtención de todos los documentos necesarios para el acceso a los recintos autorizados por el Cliente. También estará a cargo de coordinar con el Cliente los trámites de ingreso y la emisión de fotochecks de ser el caso.
- El asistente social estará encargado de atender al personal en obra a fin de resolver cualquier demanda o conflicto de los trabajadores del Contratista asignados al proyecto.

- El responsable del almacén de obra estará encargado de la gestión de los almacenes de herramientas, materiales fungibles suministrados por el Contratista y de la vigilancia de las Instalaciones de Obra.
- Responsable de la gestión de los equipos IME

❖ **QUALITY CONTROL MANAGER**

- Elaborar el Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto y velar por su cumplimiento.
- Seguir y comunicar en coordinación con el Project Manager la Política y Objetivos de la Calidad.
- Difundir en el Proyecto el Plan de Gestión de Calidad.
- Verificar que los requisitos del Cliente y también los requisitos legales y reglamentarios, se cumplan en el desarrollo del Proyecto.
- Solicitar recursos para las labores de Aseguramiento y Control de Calidad en el Proyecto (personal, equipos IME, otros).
- Programar y coordinar las actividades de Control de Calidad en el Proyecto.
- Coordinar la implementación del Sistema de Gestión de Calidad con los responsables del Proyecto, delegando responsabilidades y apoyando a los mismos.
- Documentar las no conformidades usando el formato de "Registro de No Conformidad" y realizar el seguimiento a cada una de ellas.
- Mantener los registros de los RNC y anexar los sustentos.
- Informar el proceso de ejecución de obra cuando la calidad de los trabajos se vea afectada.
- Coordinar con el Site Construction las inspecciones y pruebas de control de calidad a llevarse a cabo.
- Coordinar con las áreas implicadas, la realización de reuniones para atender las No Conformidades detectadas, registrando las RNC correspondientes y definiendo las acciones correctivas /acciones preventivas, según aplique.
- Brindar asesoría en el tratamiento de las No Conformidades a través de acciones correctivas y acciones preventivas.
- Verificar el cumplimiento de la Política de Calidad y Objetivos de Calidad, Plan de Gestión de Calidad, procedimientos de gestión de calidad, procedimientos

constructivos, a través de documentación que demuestre una adecuada implementación del SGC.

- **SAFETY AND ENVIRONMENT MANAGER**

- Aplicar y difundir los lineamientos del Plan de Calidad del proyecto.
- Aplicar y difundir en el Proyecto los Objetivos y Política de Calidad del Proyecto.
- Comunicar la importancia de satisfacer los requisitos del Cliente a todos los integrantes del proyecto.
- Verificar siempre el uso de las versiones vigentes de: Planos, Procedimientos, Instructivos y sus Formatos.
- Elaborar el Plan de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente al inicio del Proyecto, analizando los riesgos específicos del Proyecto bajo su cargo y controlando su implementación de acuerdo a lo establecido.
- Controlar el cumplimiento de las exigencias legales de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente relativas al Proyecto.
- Detener la operación, área o equipo, cuando el nivel de criticidad del riesgo así lo amerite.
- Conducir inspecciones planificadas, utilizando los formatos estandarizados para medir y registrar el desempeño en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
- Asistir y entrenar a los supervisores en el análisis de investigación de incidentes y procedimientos de acción correctiva.
- Llevar a cabo el Programa de Capacitación en materia de seguridad a todo el personal del Proyecto, manteniendo los registros correspondientes.
- Recoger y reportar información acerca de la implementación del Plan de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente al Project Manager
- Coordinar con el Project Manager para que la documentación de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente requerida por parte de organismos del estado, esté disponible y sea presentada en forma oportuna.

### 5.5.2 Comunicación Interna

Se mantendrá y difundirá la Lista actualizada de los celulares y correos de todo el personal del proyecto, a través del directorio telefónico del proyecto.

Los responsables de la dirección y supervisión comunicaran, vía correo; a los respectivos involucrados de sus salidas por descanso, así como dejaran instrucciones claras a quien cubrirá temporalmente su puesto.

El Project Manager difundirá, a través del Quality control Manager; los requisitos que deben de cumplirse en el proyecto, para que su personal en Obra lo conozca y comprenda. Para ello usara los siguientes canales de comunicación:

- Correos Electrónicos y/o Charlas de Información
- Manuales de bolsillo, Publicación Mural, Folletos y/o Ficheros en Obra.

Reuniones Internas: El Project Manager establecerá en lo posible reuniones periódicas documentadas, una vez por semana; para coordinación interna con las áreas de soporte; con el fin de tratar aspectos relativos al seguimiento del Control y Aseguramiento de la Calidad del Producto. Se coordinará adicionalmente las distintas acciones relativas a la Calidad con los distintos Subcontratistas si hubiera.

### 5.6 Revisión por la dirección

#### 5.6.1 Información de entrada y Resultados de la Revisión

Mensualmente y al final de la Obra, el Project Manager a través del Quality control Manager evalúa la eficacia y la adecuación del SGC en el proyecto verificando si se ha cumplido los requisitos de la norma ISO 9001, y el cumplimiento de la política y los objetivos de la calidad. Se detectan así las necesidades de efectuar cambios y de generar oportunidades para el mejoramiento continuo.

La evaluación incluye al menos aspectos tales como:

- Logro de Objetivos de Calidad en la Obra
- No Conformidades relevantes.
- Reclamos formulados por el cliente.
- Acciones Correctivas y Preventivas cursadas.
- Desempeño de los Subcontratistas contratados.
- Evaluación de la Satisfacción del Cliente.

El Quality control Manager mantiene el registro de dicha evaluación.

## 6. Gestión de los Recursos

### 6.1 Provisión de recursos

El Project Manager es responsable de proveer los recursos para la implementación del PC, y de los recursos para la ejecución de la Obra previamente identificados por el Site Construction.

El Quality control Manager es responsable de mantener e identificar las oportunidades de mejora del sistema (por medio de los índices determinados para tal efecto), solicitando al

Project Manager los recursos necesarios y su aprobación para tomar las acciones que lleven al aumento de la eficacia de éste. Con el mismo fin, se realiza el control de reclamos u observaciones del Cliente, identificando soluciones, a través de acciones correctivas y/o preventivas, que permitan dar cumplimiento a los requisitos que llevan a la satisfacción del Cliente.

## 6.2 Recursos humanos

### 6.2.1 Generalidades

Es estimado para el presente proyecto un régimen laboral coordinado con el Cliente.

### 6.2.2 Competencia, formación y toma de conciencia

El staff de profesionales en la dirección y supervisión de la obra cuentan con experiencia en la ejecución de obras similares, y es seleccionado en base a las competencias señaladas en el perfil de puesto.

El programa de capacitación contempla:

- Inducción a todo el personal técnico y administrativo de la obra (incluyendo a capataces y jefes de grupo) antes de su incorporación. La inducción tendrá una duración no menor a una hora.
- Reuniones con el personal que laborará en un proceso específico, donde se les capacitará en:
    - Secuencia constructiva
    - Puntos de control y
    - Criterios de aceptación.

## 6.3 Infraestructura

El Contratista suministrará y proveerá en obra de adecuadas instalaciones temporales para su personal (oficinas, bodegas, talleres, y servicios), con equipos computacionales (equipos y redes) y el software necesario para desarrollar debidamente el contrato, con antivirus y respaldo de la documentación relevante.

El Contratista es responsable de la vigilancia de sus zonas de trabajo, realizando sus operaciones de tal manera que se reduzcan al mínimo los riesgos de pérdidas por robos, daños, u otras condiciones.

En comunicación, el Contratista considera el uso de teléfonos, celulares, equipos de radio, y un sistema de correo electrónico para su personal según le sea necesario según sus actividades.

## 6.4 Ambiente de Trabajo

Se entregará los EPP a su personal que trabaja en obra según el estándar del Cliente, e implementará Charlas de Inducción que incluyan las directrices mínimas necesarias para que se desempeñe en condiciones seguras dentro de su ambiente de trabajo. Mantendrá registros de la asistencia a las charlas y de la entrega de los EPP.

El contratista se encargará del alojamiento y alimentación de su personal, y les suministrará movilidad para trasladarse hasta y fuera de las instalaciones de la Obra.

# 7. Realización Del Producto

## 7.1 Planificación de la Realización del Producto

- Identificamos todos los procesos que afectan la calidad del producto y verificamos que estos procesos sean capaces de producir productos que se ciñan a los requerimientos de calidad.
- Aprobación de los PPI’s donde estarán definidas las actividades que requieren del monitoreo y del control de calidad que demuestren el cumplimiento por parte del contratista de los requisitos especificados en los servicios suministrados. Están definidos la siguiente clasificación de puntos de inspección:
    - Punto de Espera o Hold point (H): Punto de verificación del PPI que requiere que el Contratista notifique por escrito al inspector del Cliente y Propietario el inicio y lugar de una determinada actividad para requerir su presencia en la misma. La actividad no debe comenzar sin la presencia del inspector del Contratista, Cliente y Propietario, salvo que la parte notificada – Cliente y Propietario - decline su presencia a dicha convocatoria de manera escrita a la parte que notifica. Los registros de las inspecciones deberán estar disponibles para su posterior revisión y firma.
    - Punto de Aviso o Witness point (W): Punto de verificación del PPI que requiere que el Contratista notifique por escrito al inspector del Cliente y Propietario el inicio y lugar de una determinada actividad para requerir su presencia en la misma. La actividad puede comenzar sin la presencia del inspector del Cliente y Propietario, si éstos dos últimos una vez avisados, no indican lo contrario, no siendo necesaria la renuncia por escrito. Los registros de las inspecciones deberán estar disponibles para su posterior revisión y firma.
    - Punto de Monitoreo o Surveillance point (S): Punto del PPI cuya actividad va a ser observada o monitoreada. Habitualmente se trata de actividades que se hacen en la fase de Construcción de manera ordinaria y continua.
    - Punto de Revisión o Review point (R): Punto del PPI consistente en la revisión de un documento o documentos, bien sea usado para ejecutar el trabajo o un

Registro de Calidad derivado de la realización de dicho trabajo (principalmente informe de inspección y pruebas, certificados de material u otros).

**Los puntos de inspecciones y pruebas deberán ser notificadas por el Contratista al CLIENTE con dos (02) días de anticipación como mínimo.**

- Desarrollamos procedimientos para:
  - Garantizar que todos los materiales y piezas se adecuan a nuestros requerimientos antes que se usen en un proceso.
  - Probar y verificar tanto las características en el proceso como las del producto final.
  - Identificar y realizar seguimiento a los productos en el proceso.
  - Manipular y preservar productos en el proceso para evitar las deficiencias del proceso.
- Entre los procedimientos constructivos a aplicar en el desarrollo de los trabajos tenemos:
  - Procedimiento de Desbroce y Rellenos
  - Procedimiento de Vallado y Cierre Perimétrico
  - Procedimiento de Accesos, Caminos y Carreteras
  - Procedimiento de Zanjas Enterradas
  - Procedimiento de Trabajos de Concreto
  - Procedimiento de Pretaladro e Hincado de pilares
  - Procedimiento de Montaje de estructura
  - Procedimiento de Montaje de Módulos
  - Procedimiento de Instalación de cable de Aluminio SCB-INV
  - Procedimiento de Instalación de cable Solar
  - Procedimiento de Instalación de String Combiner Box
  - Procedimiento de Conexión de módulos y fijación de cables
  - Procedimiento de Montaje eléctrico subestación
  - Procedimiento de Instalación de cable RS485
  - Procedimiento de SCADA installation
  - Procedimiento de CCTV installation
- Entre los Procedimientos de Gestión podemos citar los siguientes:
  - Procedimiento para la Elaboración de Documentos del Sistema de Gestión de la Calidad.

  - Procedimiento para el control de documentos del Sistema de Gestión de la Calidad
  - Procedimiento para el Tratamiento del Producto No Conforme
  - Procedimiento de Compras
- Coordinación con el Cliente para la aprobación del Plan de calidad, Procedimientos Constructivos, PPI's, etc
- Entre los PPI's aplicables para la realización del Proyecto citaremos los siguientes:
  - Programa de Puntos de Inspección para OBRAS CIVILES EN GENERAL
  - Programa de Puntos de Inspección para OBRAS MECÁNICAS EN GENERAL
  - Programa de Puntos de Inspección para OBRAS ELÉCTRICAS EN GENERAL
- Elaboración de la "Matriz de Inspección" o Log de Protocolos para control del avance de registros.
- Actividades de monitoreo y control de los procesos, y cumplimiento de procedimientos, y de las especificaciones del contrato.
- Aprobación de los trabajos en construcción, documentada mediante registros protocolos y correspondientes.
- La verificación de No Conformidades en la ingeniería tales como interferencias, falta de información y dificultades de construcción y montaje.
- Identificación de aspectos constructivos especiales y críticos de actividades como conexiones eléctricas; y su monitoreo y control de variables, realizados a través de Instrucciones de Trabajo si es que es necesario, antes del inicio de los trabajos.

## 7.2 Procesos relacionados con el Cliente

### 7.2.1 Comunicación con el Cliente

El Contratista llevará a cabo la ejecución del proyecto en coordinación permanente con el Cliente, con reuniones semanales de Proyecto, en lugar previamente acordado y comunicado. Estas reuniones a las que asistirán la dirección y supervisión del Contratista permitirán captar los resultados del proyecto a través del Cliente, y a su vez retroalimentar y mejorar el desarrollo de los procesos y productos del proyecto.

<u>Correspondencia</u>

- El Contratista suministrará documentación en digital y copia dura (cuando lo requiera el cliente).
- El Cliente suministrará documentación digital mediante el servidor SharePoint.

- El DC del Contratista se reunirá en Obra con el DC del Cliente para coordinar los detalles.

Planos e Información Técnica del Cliente

- Planos e información técnica en Rev.0 del Cliente al Contratista o viceversa serán suministrados mediante el servidor SharePoint.

Preguntas y Reportes

El Weekly progress Report y el Progress Report, con el formato del Cliente, serán entregadas vía servidor SharePoint.

Antes De Comenzar Un Trabajo

El contratista suministrará detallados Planes, Procedimientos y PPI's.

Cualquier Trabajo Nuevo o Adicional, asociado con este alcance de trabajo aprobado, no deberá proceder a menos haya un contrato aprobado, una orden de trabajo contra tal contrato firmado y aprobado por el Project Manager.

El Project Manager del Contratista, o quien este designe, revisa, aprueba y comunica, las modificaciones solicitadas directamente por el Cliente, a las funciones y unidades involucradas (Obra).

Se Conservan Registros de los Acuerdos y Autorizaciones Del Cliente: para efectuar cambios o modificaciones al contrato o a las especificaciones técnicas del proyecto.

### 7.3 Diseño y Desarrollo

La ingeniería es desarrollada por el Contratista.

### 7.4 Compras

Las compras del proyecto están planificadas en nuestro proceso de Procura, donde se enfatizan los materiales y servicios críticos que se utilizarán. Los documentos de compra que se generan contienen toda la información técnica que se requiere para garantizar que se tendrá a disposición los planos necesarios de los equipos y toda información técnica necesaria para todos y cada uno de los elementos que componen, incluido los informes de control de Calidad y Manuales de Operación.

Todos los materiales críticos, suministrados por el Contratista, poseerán certificados de calidad.

Con la finalidad de contar con los materiales y subcontratistas de la mejor calidad, estos son evaluados y seleccionados permanentemente sobre la base de sus habilidades para cumplir con nuestros requerimientos en cuanto a: cumplimiento de plazo, condiciones económicas, calidad del servicio, seguridad en obra y otros criterios que se consideren importantes.

Durante el desarrollo del proyecto Se implementará un formato de Recepción e Inspección de Materiales y Equipos, que permita:

- Verificar la calidad de todos los materiales, piezas y conjuntos adquiridos.

- Controlar la recepción de los productos.

## 7.5 Producción y Prestación del Servicio

### 7.5.1 Control de la Producción y Prestación del Servicio

Para el control de la producción, se efectúan registros (protocolos y/o lista de verificación) e inspecciones y ensayos como evidencia objetiva de la correcta ejecución de actividades.

**La liberación final y entrega de las obras construidas** serán efectuadas conforme se avanza la construcción. Se efectuará las anotaciones en color rojo (Red Line), de todos los cambios que se van efectuando durante el desarrollo de la construcción, los que entregará inmediatamente. Adicionalmente deberá archivar los documentos sustentatorios que aprueban las modificaciones al diseño.

Seguidamente presentará los Entregables Finales “As Built” en formato estándar del **Cliente**, anexando los Red Line (anotaciones en color rojo) como sustento.

La aceptación documental se realiza a través de la entrega de Dossier de proyecto al QA del Cliente quien revisa y da conformidad.

DOSSIER DE CALIDAD: Quality control manager organizara el Dossier según lo establecido con el **Cliente.** De acuerdo a índice aprobado por el Cliente, debiéndose incluir:

- Certificado de Materiales
- Certificados de calibración de instrumentos.
- Protocolos Originales de las Pruebas o Ensayos efectuados in situ o en laboratorio.
- Procedimientos de instalación, construcción y pruebas.
- Registros Originales de las Inspecciones efectuadas firmados por el Supervisor del Cliente según el PPI.

Los Dossiers serán entregados al Cliente en original y archivo electrónico.

Para el cierre y aceptación de las Obras, el contratista cumplirá los criterios de aceptación estipulados por el Cliente.

### 7.5.2 Validación de los Procesos para la Ejecución del Proyecto

La contratista valida los procesos constructivos en aquellos productos o servicios resultantes que no pueden ser verificados mediante seguimiento o medición posteriores.

Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias aparecen únicamente después de que el producto esté siendo utilizado. Esta validación demuestra la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados.

El contratista establece las disposiciones para estos procesos, incluyendo, cuando sea aplicable:

- Los criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos.
- La aprobación de equipos y la calificación del personal.

- El uso de métodos y procedimientos específicos.
- Los requisitos de los registros.
- La revalidación.

### 7.5.3 Identificación y Trazabilidad del Producto

La trazabilidad debe ser tal que facilite la identificación del estado de la conformación del entregable, asimismo implica identificar procesos, los niveles y posibilidades de verificación en sus distintas etapas. Para esto se elaboran la Matriz de Protocolos identificado por Áreas y por disciplina.

### 7.5.4 Propiedad del Cliente

Los mecanismos de verificación para la identificación, recepción y carguío del suministro del Cliente incorporado a los procesos de construcción o montaje están considerados en un procedimiento escrito.

Esta verificación puede realizarse en presencia del Cliente, su representante o de quien haya transportado el producto si es aplicable. Esta actividad no exime al Cliente de entregar un suministro aceptable.

Situaciones anómalas detectadas durante el control de recepción serán inmediatamente reportada por el contratista al Cliente.

El contratista será responsable de la recepción, descarga, inspección de daños y perjuicios, almacenaje y despacho de todo el equipo y materiales a ser instalados, tanto de los suministrados por el Cliente, como por los provistos por el mismo, una vez que esté en Obra.

En el caso de detectar información, producto o servicio (ingeniería, suministros, instalaciones o trabajos) no conformes (perdido, dañado o resulta inapropiado para su uso), estos serán registrados y reportados de inmediato por el contratista al Cliente.

En el lugar asignado para los materiales dañados, estos serán señalados con una inscripción que denote su desuso.

Los materiales serán retirados conforme y mediante formato y documentación aprobada, y según un cronograma previamente coordinado con la del Cliente.

### 7.5.5 Preservación del Producto

Una vez que el Cliente entrega los equipos, materiales y afines; estos quedan bajo la responsabilidad del contratista, por lo que el responsable de los almacenes (cuando está almacenado) o el Site Construction (cuando está montado), deberán efectuar las acciones que eviten los daños y se prevean No conformidades, hasta la recepción final por parte del **Cliente.**

Los equipos sujetos a deterioro externo o interno, debido a las condiciones atmosféricas, se protegerán, almacenarán y serán mantenidos de acuerdo con las recomendaciones de los proveedores de los equipos.

Si los requerimientos del proyecto así lo establecen, se generan instrucciones específicas para condiciones especiales de manipulación, preservación y almacenamiento de equipos y suministros particulares.

### 7.6 Control de Equipos de Seguimiento y Control

Todos los productos fabricados pasan por inspecciones o ensayos (tantos como se establezcan o sean necesarios) de forma que se compruebe que cumplen con la función para la que han sido fabricados. Antes de la ejecución del proyecto se elaboran procedimientos que indican paso a paso cómo se efectúa la inspección de los productos y qué ensayos se realizan.

Los equipos de inspección, medición y ensayo cuentan con fechas planeadas de calibración y servicio para asegurar que los parámetros que midan sean exactos y podamos así cumplir con las especificaciones del diseño.

La inspección o ensayo también se extiende a los productos que se reciban. No se utiliza un producto o lote hasta que no haya superado las correspondientes etapas de inspección y los ensayos pertinentes (esto se reflejará en los registros correspondientes).

La calibración o ajuste de los equipos será realizada mediante equipos patrón certificados, para los cuales se pueda demostrar la existencia de una cadena ininterrumpida de trazabilidades a patrones nacionales o internacionales de superior calidad metrológica.

Las frecuencias de calibración de los equipos cumplirán con los requisitos de las normas aplicables y con las recomendaciones de los respectivos fabricantes al respecto. En todo caso el periodo entre calibraciones no será superior al establecido en la tabla siguiente:

| EQUIPOS DE PRUEBA DE INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE ENSAYOS | Intervalo (Meses) |
|---|---|
| Torquímetro | 12 |
| Estación Total | 6 |
| Nivel Automático | 6 |
| Pinza Amperimétrica | 6 |
| Multímetro Digital | 6 |
| Telurómetro Digital | 6 |
| Termómetro de Radiación Infrarroja | 3 |
| Termómetro de Indicación Digital | 12 |
| Balanzas | 12 |
| Horno | 12 |
| Probador de Humedad Speedy | 12 |

| | |
|---|---|
| Tamices | 12 |
| Prensa de concreto | 12 |

# 8. Medición, Análisis y Mejora

## 8.1 Generalidades

El Contratista mide y hace un seguimiento de las características del producto a través de inspecciones y pruebas en las etapas apropiadas del proceso constructivo para verificar que se cumplen las especificaciones técnicas del mismo.

Se implementan los Planes de Puntos de Inspección (PPI) para definir explícitamente los controles a realizar en forma oportuna y secuencial. El PPI hará explícito los controles según el avance del proceso productivo.

## 8.2 Seguimiento y Medición

### 8.2.1 Satisfacción del CLIENTE

La Satisfacción del cliente es el fin perseguido en todos los servicios prestados por el Contratista.

Para determinar qué acciones se deben tomar para mejorar el servicio prestado al Cliente, se deberá recopilar los:

- Reclamos del Cliente (Cartas, Actas de Reunión, RNC).
- Rechazos de Estado de Pago.
- Encuestas de satisfacción del Cliente.

Se llevará a cabo Encuestas de Evaluación de Satisfacción del Cliente, aproximadamente al 10% y al 90% o más de avance de proyecto, con el fin de determinar en qué áreas el Cliente se siente más o menos satisfecho y tomar, si es requerido; las respectivas acciones correctivas.

### 8.2.2 Auditoría Interna

El Contratista efectúa en fechas planificadas cada 12 meses auditorías internas de Calidad en la obra, ejecutadas por auditores internos calificados e independientes de las actividades o áreas auditadas; para:

- Verificar el grado de implementación y la eficacia del Plan de Calidad
- Verificar cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001.
- Verificar si los procesos se desarrollan de acuerdo a las especificaciones técnicas.

### 8.2.3 Seguimiento y Medición de los Procesos y Producto

Se mantienen registros de todas las inspecciones y ensayos ejecutados (registros, protocolos, listas de verificación, certificados, etc.). Pueden considerarse recursos internos u organismos externos evaluados para realizar alguno de los ensayos indicados en las especificaciones técnicas del proyecto.

## 8.3 Tratamiento de Producto No Conforme

El sistema de calidad tendrá previsto el procedimiento de Tratamiento de Producto no conforme, para el establecimiento de los métodos que aseguren la identificación y el control de las No conformidades detectadas en Productos, en Procesos y en el Sistema de Gestión; así como también para la gestión de las No Conformidades reales y Potenciales.

Oficina de calidad en obra codifica, registra y realiza seguimiento todos los RNC para su permanente evaluación y cierre, e informará al Contratista semanalmente de las RNC que se generen.

## 8.4 Análisis de Datos

El Contratista determina, recopila y analiza los datos apropiados para demostrar la eficacia del SGC. Los resultados obtenidos del seguimiento y medición y la información de otras fuentes, son usadas para evaluar donde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del SGC.

Entre la información que debe proporcionar el análisis de datos tenemos:

- La satisfacción del Cliente.
- La conformidad con los requisitos del producto.
- Las características y tendencias de los procesos y de los productos.
- Los proveedores.

El análisis de datos es realizado mediante la aplicación de técnicas estadísticas, tales como: gráficas de serie de tiempo, histograma, diagrama de Pareto, etc.

## 8.5 Mejora

### 8.5.1 Mejora Continua

Implementación de la mejora continua a través del análisis de los resultados controlados mediante indicadores, tomados a partir de los datos de:

- RNC emitidos internamente y por parte del **Cliente.**
- Informes de Auditorías Internas.

### 8.5.2 Acción Preventiva y Correctiva

Las acciones preventivas están orientadas establecer medidas que permitan evitar la ocurrencia de RNC. El objetivo de esta actividad es detectar, analizar y eliminar las causas potenciales de las RNC.

Sevilla, febrero de 2024

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

# DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**1. PROMOTOR ..... 9**

**2. DATOS DEL PROYECTISTA ..... 9**

**3. OBJETO ..... 9**

**4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ..... 9**

**5. EMPLAZAMIENTO ..... 10**

**5.1 Centro asistencial sanitario más próximo ..... 10**

**5.2 Hospital más próximo ..... 10**

**6. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA SEGÚN EL R.D. 1627/97 ..... 11**

**7. UNIDADES QUE COMPONEN LA OBRA ..... 11**

**8. EQUIPOS TÉCNICOS ..... 12**

**9. MEDIOS AUXILIARES ..... 12**

**10. RIESGOS INHERENTES EN LAS OBRAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN ..... 12**

**10.1 Riegos laborales evitables ..... 13**

**11. SERVICIOS SANITARIOS ..... 13**

**12. SERVICIOS HIGIÉNICOS ..... 14**

**13. PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA ..... 14**

**14. PLAN DE EMERGENCIAS ..... 15**

**15. UNIDADES CONSTRUCTIVAS ..... 16**

**15.1 Trabajos de replanteo topográfico ..... 16**

15.1.1 Objeto ..... 16

15.1.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 16

15.1.3 Equipos de protección individual recomendados ..... 16

15.1.4 Protecciones colectivas ..... 17
15.1.5 Instrucciones de operatividad ..... 17
**15.2 Desbroce y limpieza del terreno ..... 17**
15.2.1 Objeto ..... 17
15.2.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 17
15.2.3 Equipos de protección individual. ..... 18
15.2.4 Protecciones colectivas ..... 18
15.2.5 Instrucciones de operatividad ..... 18
**15.3 Excavación de zanjas y pozos ..... 19**
15.3.1 Objeto ..... 19
15.3.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 19
15.3.3 Equipos de protección individual. ..... 20
15.3.4 Equipos de protección colectiva ..... 20
15.3.5 Instrucciones de operatividad ..... 20
**15.4 Rellenos y compactado ..... 21**
15.4.1 Objeto ..... 21
15.4.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 22
15.4.3 Equipos de protección individual ..... 22
15.4.4 Equipos de protección colectiva ..... 22
15.4.5 Instrucciones de operatividad ..... 22
**15.5 Estructura metálica ..... 23**
15.5.1 Objeto ..... 23
15.5.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 23
15.5.3 Equipos de protección individual recomendados. ..... 24
15.5.4 Protecciones colectivas. ..... 24
15.5.5 Instrucciones de operatividad ..... 24
**15.6 Zapatas y muros de hormigón armado ..... 25**
15.6.1 Objeto ..... 25
15.6.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 25
15.6.3 Equipos de protección individual recomendados ..... 26

15.6.4 Protecciones colectivas ..... 26
15.6.5 Instrucciones de operatividad ..... 26
**15.7 Armado de apoyos y tendido de conductores ..... 27**
15.7.1 Objeto ..... 27
15.7.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 28
15.7.3 Equipos de protección individual ..... 28
15.7.4 Instrucciones de operatividad ..... 28
**15.8 Conexionado de instalaciones eléctricas ..... 30**
15.8.1 Objeto ..... 30
15.8.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 30
15.8.3 Equipos de protección individual ..... 31
15.8.4 Equipos de protección colectiva ..... 31
**15.9 Contactos eléctricos ..... 31**
15.9.1 Objeto ..... 31
**16. EQUIPOS TÉCNICOS ..... 34**
**16.1 Maquinaria de movimiento de tierras ..... 34**
16.1.1 Objeto ..... 34
16.1.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 34
16.1.3 Equipos de protección individual ..... 35
16.1.4 Equipos de protección colectiva ..... 35
16.1.5 Instrucciones de operatividad ..... 36
**16.2 Maquinaria de elevación y transporte ..... 37**
16.2.1 Objeto ..... 37
16.2.2 Riesgos asociados a la actividad ..... 37
16.2.3 Equipos de protección individual ..... 38
16.2.4 Equipos de protección colectiva ..... 38
16.2.5 Instrucciones de operatividad ..... 39
**16.3 Elementos de izado ..... 43**
16.3.1 Objeto ..... 43

16.3.2 Riesgos asociados a esta actividad ..... 43
16.3.3 Equipos de protección individual ..... 43
16.3.4 Instrucciones de operatividad ..... 43
**16.4 Herramientas eléctricas. ..... 43**
16.4.1 Objeto ..... 43
16.4.2 Instrucciones de operatividad ..... 44

**17. MEDIOS AUXILIARES ..... 46**
**17.1 Escaleras de mano ..... 46**
17.1.1 Objeto ..... 46
17.1.2 Riesgos asociados a esta actividad ..... 46
17.1.3 Equipos de protección individual ..... 46
17.1.4 Instrucciones de operatividad ..... 46

**18. RIESGOS INHERENTES ..... 48**
**18.1 Caídas en altura ..... 48**
18.1.1 Objeto ..... 48
18.1.2 Riesgos asociados a esta actividad ..... 48
18.1.3 Equipos de protección individual ..... 48
18.1.4 Instrucciones de operatividad ..... 49
**18.2 Trabajos superpuestos ..... 50**
18.2.1 Objeto ..... 50
18.2.2 Riesgos asociados a esta actividad ..... 50
18.2.3 Equipos de protección individual ..... 51
18.2.4 Instrucciones de operatividad ..... 51
**18.3 Manipulación manual de cargas ..... 52**
18.3.1 Objeto ..... 52
18.3.2 Riesgos asociados a esta actividad ..... 52
18.3.3 Equipos de protección individual ..... 52
18.3.4 Instrucciones de operatividad ..... 52
**18.4 Medidas de Prevención en Trabajos Eléctricos ..... 56**

18.4.1 Objeto ..... 56
18.4.2 Instrucciones de operatividad ..... 56
**18.5 Orden y limpieza ..... 60**
18.5.1 Objeto ..... 60
18.5.2 Instrucciones de operatividad ..... 60
**18.6 Equipos de protección ..... 62**
18.6.1 Objeto ..... 62
18.6.2 Equipos de protecciones personales ..... 62
**19. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN ..... 65**
**19.1 Aplicación de la Ley 32/2007 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción ..... 73**
**20. PLIEGO DE CONDICIONES ..... 75**
**20.1 Pliego de condiciones particulares ..... 75**
20.1.1 Obligaciones del Contratista en materia de Seguridad y Salud ..... 75
**20.2 ÍNDICE DE SINIESTRALIDAD ..... 76**
**20.3 PROTECCION MEDIAMBIENTAL ..... 81**
**20.4 SEGUROS ..... 81**
**20.5 LIBRO DE INCIDENCIAS ..... 81**
**20.6 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ÁREAS AUXILIARES DE OBRA ..... 82**
**20.7 EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS ..... 88**
**20.8 VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS ..... 89**
**20.9 FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD ..... 91**
**20.10 INSTRUCCIONES GRÁFICAS ..... 92**
**21. PRESUPUESTO ..... 109**

# 1. PROMOTOR

Se redacta el presente Proyecto a petición de:

| | |
|---|---|
| Nombre de la sociedad: | TELEIRO SOLAR, S.L. |
| CIF | B05456983 |
| Dirección: | C/ Irlanda, nº13, oficinas 4-5, 41500 Alcalá de Guadaíra, Sevilla. |
| Persona de contacto: | D. Enrique Gutiérrez Calderón |
| Teléfono de contacto: | 955 188 169 |

# 2. DATOS DEL PROYECTISTA

El autor del proyecto es el Ingeniero Industrial:

- Sr. D. Enrique Gutiérrez Calderón
- Nº Colegiado 2.692 del COIIAO

# 3. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es reflejar las disposiciones de seguridad y salud a tener en cuenta en el proyecto de ejecución de INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS”.

El presente Estudio de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el Art. 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

# 4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El presente proyecto tiene por objeto definir, justificar y valorar los materiales y construcción del equipo reflejado en los planos adjuntos, para la construcción de una instalación de almacenamiento con baterías electroquímicas de 5 MW denominada TELEIRO LOS BARRIOS.

# 5. EMPLAZAMIENTO

La instalación se ubica en el término municipal de Los Barrios, concretamente en el polígono industrial Palmones, según referencia catastral 107505TF8017S0001FR. La superficie total de la instalación es de 500 $m^2$.

La disposición de la instalación puede contemplarse en el **Plano 03. Implantación General** en las coordenadas:

| COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30 | |
|---|---|
| **X** | **Y** |
| 281023 | 4007407 |

El punto de conexión a la red de distribución se encuentra a 20 m aproximadamente al este de la instalación, en las siguientes coordenadas:

| COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30 | |
|---|---|
| **X** | **Y** |
| 281036,19 | 4007439,7 |

## 5.1 Centro asistencial sanitario más próximo

CENTRO DE SALUD LOS BARRIOS

Dirección postal: Calle Blasco Ibáñez, 0

Municipio: Los Barrios

Provincia: Cádiz Código postal: 11370

Tipo de centro: Centro de Salud

Teléfono: 956 02 46 08

Horario: lunes-viernes 8:00 a 15:00

## 5.2 Hospital más próximo

Hospital Punta de Europa

Dirección: Carretera Getares, S/N

Municipio: Los Barrios

Provincia: Cádiz Código postal: 11.207

Teléfono: 956 005 000

# 6. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA SEGÚN EL R.D. 1627/97

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales determina las garantías y responsabilidades necesarias para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. Los aspectos técnicos de las medidas preventivas se establecen a través de normas técnicas complementarias. Entre estas normas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y salud en las obras de construcción como es el R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

En las obras de construcción intervienen personas que hasta hoy no han tenido reguladas medidas de prevención, así este R.D. 1627/97 se ocupa de las obligaciones en materia de seguridad del promotor, del proyectista, del contratista y de los trabajadores autónomos, muy habituales en este tipo de obras, así como de los trámites y documentos necesarios para garantizar esta seguridad.

Según este R.D. 1627/97 se distingue las obras de construcción principalmente por su tamaño en la ejecución, que implica a mayor obra mayor presupuesto y más necesidad de trabajadores en la obra, por lo cual es necesaria describir más ampliamente las medidas técnicas de prevención de riesgos a tomar.

Por esta razón se clasifican las obras según unos supuestos, que en el caso de cumplirse se hace necesario un Estudio de Seguridad y Salud y en el caso de que las características de la obra no cumplan ningún supuesto se presenta un Estudio Abreviado de Seguridad, más simple debido al menor número de riesgos evitables en esa obra.

Este Estudio de Seguridad y Salud tiene por finalidad dar cumplimiento al artículo 4 del R.D. 1627/1997 apartado 1.

# 7. UNIDADES QUE COMPONEN LA OBRA

Para la realización del presente proyecto de ejecución de obra se tendrán en cuenta las siguientes unidades constructivas:

1. Trabajos de replanteo topográfico
2. Desbroce y limpieza del terreno
3. Excavación de zanjas y pozos.
4. Rellenos y compactado.
5. Estructura Metálica.
6. Zapatas y muros de hormigón armado.
7. Armado de apoyo y tendido de conductores.
8. Conexionado de instalaciones eléctricas.
9. Contactos eléctricos.

En el Punto 15 se incluyen todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para las distintas unidades constructivas que van a componer la ejecución de las obras. También se recogen los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente

Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos y las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada unidad constructiva.

## 8. EQUIPOS TÉCNICOS

Para la ejecución de las obras, se prevé que se utilicen los siguientes equipos técnicos:

1. Maquinaria de movimiento de tierras.
2. Maquinaria de elevación y transporte.
3. Elementos de izado.
4. Herramientas Eléctricas.

Se incluyen en el Punto 16 todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para los distintos equipos técnicos utilizados en la ejecución de las obras. También se podrán encontrar los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos, así como las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada equipo técnico.

## 9. MEDIOS AUXILIARES

En el Punto 17 se incluyen todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para los distintos medios auxiliares utilizados en la ejecución de las obras, identificados anteriormente. Del mismo modo, se podrán encontrar los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos y las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada medio auxiliar.

## 10. RIESGOS INHERENTES EN LAS OBRAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Debido al desarrollo normal de los trabajos de ejecución de las obras recogidas en el proyecto de ejecución, se contará con los riesgos que a continuación se exponen:

1. Caídas en altura
2. Trabajos superpuestos
3. Manipulación manual de cargas
4. Medidas de Prevención en Trabajos Eléctricos

Para dichos riesgos se especifican las siguientes recomendaciones:

- Orden y limpieza
- Protecciones colectivas

En el Punto 18 se incluyen las recomendaciones de seguridad para diversos riesgos cuya presencia suele resultar habitual en cualquier ejecución de obra, así como las Instrucciones de Operatividad para las recomendaciones anteriormente indicadas.

Además de estos riesgos y debido a las peculiares características de las instalaciones donde se van a realizar los trabajos, también estarán presentes los siguientes riesgos:

### 10.1 Riegos laborales evitables

Se exponen a continuación los riesgos excepcionales que pueden ser evitados gracias a unas medidas de prevención oportunas:

5. Riesgos derivados de la rotura de instalaciones eléctricas existentes
6. Riesgos derivados de contactos accidentales con instalaciones eléctricas, tanto aéreas como subterráneas.
7. Riesgos modificados por la presencia de electricidad.
8. Riesgos derivados de la rotura de instalaciones de agua existentes.
9. Riesgos modificados por la presencia de agua.
10. Riesgos derivados de la rotura de instalaciones de gas existentes.
11. Riesgos modificados por la presencia de gas.
12. Riesgos derivados de la realización de diversos trabajos en circunstancias climáticas desfavorables.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc., y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

Se establecerá un programa de trabajos claro que facilite un movimiento ordenado en el lugar de los mismos de personal, medios auxiliares y materiales.

## 11. SERVICIOS SANITARIOS

Según el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, "Deberán adaptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina".

Además, aquellos centros de trabajos que cuenten con más de 250 trabajadores deberán disponer de un D.U.E al frente del local de primeros auxilios.

Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un transporte rápido de los posibles accidentados.

## 12. SERVICIOS HIGIÉNICOS

Los servicios higiénicos y locales de descanso deberán cumplir las disposiciones mínimas exigidas en el anexo 4 del R.D. 1627/97 en sus puntos 15 y 16., así como los reflejados en el anexo V del R.D. 486/97.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente. Se puede considerar la instalación de los llamados W.C químicos, idóneos para zonas aisladas sin posibilidad de evacuación a alcantarillado.

## 13. PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA

Con objeto de dar cumplimiento a lo especificado en el artículo segundo del R.D. 604/2006, sobre la presencia de recursos preventivos del contratista en las obras de construcción, se indica de forma genérica, tal y como establece en la disposición tradicional decimocuarta de la Ley 31/1995 (añadida por la Ley 54/2003), los supuestos en los que dicha presencia será obligatoria (Anexo II RD 1627/1997):

“Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores”

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión. Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático. Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.

Trabajos que impliquen el uso de explosivos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.”

Con respecto a los trabajos que se tienen que realizar en obra, en los únicos puntos en el que sería aplicable la presencia de recursos preventivos sería en:

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento, caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En concreto en las operaciones en las que existan riesgos especialmente graves de caída de altura, como son los trabajos en los que el uso de arnés anticaídas se haga necesario por no poder disponer de protecciones colectivas durante su ejecución.

En la ejecución de los trabajos indicados, se contará con la presencia de recursos preventivos designados por la obra, que contarán con una formación básica en materia de seguridad y salud de 60 horas.

Se entiende en todo caso, que el recurso preventivo deberá estar presente siempre que no se puedan adoptar en obra medidas bien organizativas (cambio de forma ejecución de los trabajos, etc.) o de seguridad (colocación de barandillas de protección, redes horizontales o verticales, o cualquier otro sistema de protección colectiva), que haga que el riesgo se encuentre controlado.

# 14. PLAN DE EMERGENCIAS

El Plan de emergencia a elaborar por el contratista principal, debe definir la actuación del personal que se encuentre trabajando, ante situaciones de urgencia originadas por sucesos no deseados con el fin de:

13. Proteger a los trabajadores y a personas ajenas a la obra
14. Asegurar la coordinación del personal de obra con las Autoridades.
15. Evitar o minimizar daños en la construcción

El Plan de emergencia se encontrará disponible en todo momento en la obra para información y consulta de los trabajadores

El Plan de Emergencia se podrá modificar por el contratista principal con aprobación expresa de la Dirección facultativa de la obra.

El plan de emergencia será de obligado cumplimiento para todo su personal, así como el de los subcontratistas asociados, que se encontrará dentro del Plan de Seguridad y Salud de la obra.

# 15. UNIDADES CONSTRUCTIVAS

## 15.1 Trabajos de replanteo topográfico

### 15.1.1 Objeto

En esta fase, los trabajos a realizar comprenden el replanteo de toda la zona donde se van a realizar los trabajos de construcción y donde se van a ubicar los servicios y zonas de acopio y almacenamiento de materiales. También se incluyen los accesos a la zona de obra.

### 15.1.2 Riesgos asociados a la actividad

16. Caídas al mismo nivel.
17. Caídas a distinto nivel.
18. Golpes con objetos y herramientas.
19. Heridas punzantes.
20. Picaduras de insectos.
21. Ataques de animales.
22. Exposición a ambientes climatológicos adversos frío / calor.
23. Atropellos.
24. Los riesgos derivados del terreno en el que se actúe.
25. Torceduras y esguinces.

### 15.1.3 Equipos de protección individual recomendados

Todo el personal utilizará:

26. Casco de seguridad
27. Mono de trabajo
28. Calzado de seguridad.
29. Guantes.
30. Chaleco reflectante.

El personal dispondrá de elementos de abrigo eficaces frente al frío y la lluvia, (anoraks, chubasqueros etc.).

Si se han de realizar trabajos en presencia de agua, charcos etc. se dotará a los peones que lo necesiten de botas de agua.

Siempre que se trabaje en la zona de afección de una vía abierta al tráfico se utilizará peto o mono reflectante de alta visibilidad.

En los trabajos de clava de picas, bases etc, se dotará a los trabajadores de guantes de serraje.

En aquellos replanteos en los que se utilice yeso para marcar, se utilizarán guantes de goma para evitar afecciones de la piel.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

#### 15.1.4 Protecciones colectivas

Existirá un medio de comunicación eficiente (radioteléfono, emisoras, teléfono móvil etc.) entre el operador del aparato topográfico o jefe de equipo y los peones destacados a una distancia lejana.

Los trabajos se realizarán con iluminación natural suficiente.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

Se dispondrá de señalización interior de obra para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones en la zona de obra donde se realizan los trabajos.

#### 15.1.5 Instrucciones de operatividad

Si es necesario cortar las estacas, se utilizará una sierra de mano en una mesa de corte, preferiblemente utilizada por dos personas. Si la estaca ya está clavada, la sierra la manejará una única persona.

Cuando haya que adentrarse en maleza o en vegetación intensa se procederá a cerrar las mangas y las perneras de la ropa de trabajo, a fin de evitar raspones, cortes o picaduras.

No se levantarán piedras salvo las que sea imprescindible, y tomando precauciones.

No se utilizarán los sprays de pintura para marcar sin antes haber leído las instrucciones del fabricante. Nunca se inhalarán estos vapores ni se rociará la piel de personas con la pintura.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección como trajes de agua, gafas antiproyecciones y antiimpactos, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual estarán homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

### 15.2 Desbroce y limpieza del terreno

#### 15.2.1 Objeto

Este procedimiento consiste en extraer y retirar de las zonas afectadas por la obra todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable.

Incluye la deforestación, destoconado, corte y limpieza de troncos, traslado y acopio de éstos, y cualesquiera otras operaciones precisas

#### 15.2.2 Riesgos asociados a la actividad

31. Caídas al mismo y a distinto nivel.
32. Caída de objetos.
33. Atropellos y colisiones.

34. Aplastamientos.
35. Vuelcos de maquinaria.
36. Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
37. Golpes y cortes por objetos o herramientas.
38. Polvo.
39. Sobreesfuerzos y lesiones internas por vibraciones.
40. Ruido.
41. Proyección de partículas.
42. Electrocuciones.
43. Incendios.
44. Accidentes causados por seres vivos: picaduras de insectos, mordeduras.

### 15.2.3 Equipos de protección individual.

45. Casco de seguridad.
46. Ropa de trabajo.
47. Calzado de seguridad.
48. Chaleco reflectante.

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina utilizarán casco de seguridad y chaleco reflectante.

En caso de formación de polvo se utilizarán mascarillas antipolvo.

Los operarios que deban permanecer o desplazarse a través de las zonas de movimiento de vehículos y maquinaria utilizarán de forma obligatoria chalecos reflectantes.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como guantes, protectores auditivos, etc., se dotará a los trabajadores de los mismos.

### 15.2.4 Protecciones colectivas

La maquinaria a emplear en la ejecución de los trabajos dispondrá de señalización acústica de marcha atrás.

Se prohibirá la presencia o permanencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas y vehículos de transporte.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

### 15.2.5 Instrucciones de operatividad

En las operaciones de carga de los vehículos no se circulará por el lado opuesto al que se realiza la carga.

En la ejecución de las operaciones de retirada de tierras acopiadas en montículos de altura considerable (altura superior a la de la máquina que realice los trabajos), se evitará socavar la base de los montículos con el objeto de evitar el riesgo de sepultamiento por desprendimiento de la parte superior del montículo sobre las máquinas.

En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

Antes de la salida de la obra los vehículos cargados se comprobarán el estado de la carga, eliminando aquellos materiales que pudieran caer durante el trayecto. La carga se cubrirá con una lona para evitar caída de materiales.

No se permitirá a los trabajadores permanecer dentro del radio de acción de las máquinas.

No se transportará a personas en vehículos y máquinas, excepto en aquellas que tengan asiento para acompañante.

Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo para evitar colisiones.

En zona de producción de polvo, se regará para evitarlo, siempre que sea posible.

Cualquiera que sea la manipulación a efectuar en máquinas o en vehículos de obra, se hará con esta parada y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

## 15.3 Excavación de zanjas y pozos

### 15.3.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos en zanjas y pozos.

### 15.3.2 Riesgos asociados a la actividad.

1. Desprendimientos de tierras.
2. Caídas de materiales al interior de las zanjas y pozos por desplome o derrumbamiento.
3. Caídas al mismo y a distinto nivel.
4. Caídas de objeto por manipulación
5. Sepultamiento.
6. Aplastamientos y golpes con objetos.
7. Atrapamientos de personas por maquinaria.
8. Atropellos, colisiones y vuelcos de la maquinaría.
9. Interferencia de conducciones enterradas.
10. Inundaciones.
11. Sobreesfuerzos.

12. Electrocuciones.
13. Polvo.
14. Ruido.
15. Proyección de fragmentos o partículas.

### 15.3.3 Equipos de protección individual.

16. Casco de seguridad
17. Mono de trabajo
18. Calzado de seguridad.
19. Arnés y cuerda de seguridad

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante, y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina usarán casco de seguridad.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como mascarillas, botas de agua, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual serán los homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

### 15.3.4 Equipos de protección colectiva

Siempre que se prevea circulación de personas en las proximidades de las zanjas o pozos se señalizarán con cinta de plástico bicolor o malla plástica naranja sobre redondos metálica y se dispondrá de cartel indicativo. Si la zanja o pozo tuviera más de 2,00 metros de profundidad, se protegerán con barandillas los bordes de excavación.

Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, señalizando el paso de vehículos y personas.

Los productos procedentes de la excavación se acopiarán a un único lado de la zanja manteniendo una distancia de seguridad nunca inferior a 2 metros y dejando el otro lado libre para accesos en condiciones aceptables de orden y limpieza.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

Se evitará sobrecargar las cabezas de las excavaciones con acopios de materiales.

### 15.3.5 Instrucciones de operatividad

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos y/o de sus características, cursos de agua subterránea, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en ese tajo, y se comunicará a la Dirección Técnica.

Antes de bajar el personal a zanjas donde puedan existir gases, se reconocerá el tajo por persona responsable.

Se prohibirá el acopio de las tierras procedentes de la excavación sobrecargando las cabezas de los taludes de las zanjas y pozos a ejecutar.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte, y no podrá utilizarse en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

En zanjas y pozos profundos donde el operario de la máquina no vea el fondo de los mismos, la operación estará dirigida por un solo ayudante que permanecerá fuera del radio de acción de la máquina.

Cuando las zanjas tengan una profundidad superior a 1,50 metros, se dispondrán escaleras de mano cada 15,00 metros en los lugares en que se esté trabajando, para facilitar el acceso y la salida a la misma. Esta sobrepasará 1,00 metro el borde de la zanja.

La anchura de la zanja será tal que permita la ejecución de los trabajos y cumplirá lo establecido en este sentido en el Proyecto de Ejecución de la obra y de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Facultativa.

La maquinaria contará con señal acústica de marcha atrás. En caso de concentración de personas, es conveniente que la marcha atrás sea dirigida por un operario, que se situará en el costado izquierdo de la máquina.

Está totalmente prohibido transportar personas en vehículos excepto en aquellos que tengan asiento para acompañante.

Siempre que no se pueda dar un talud estable a las zanjas se entibarán.

Cuando las condiciones del terreno no permitan la permanencia de personal dentro de la zanja antes de su entibado, será obligatorio hacer éste desde el exterior de la misma. Se emplearán dispositivos que, colocados desde el exterior, protejan al personal que posteriormente descenderá a la zanja.

Las paredes a entibar serán verticales. La entibación debe adherirse perfectamente al terreno, rellenando el trasdós si fuera necesario.

Las entibaciones sobresaldrán 0,30 metros de las zanjas o pozos de forma que impida la caída de pequeño material al fondo de la misma.

La entibación no se retirará hasta la total terminación de los trabajos.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para la correcta ejecución de los trabajos, se iluminarán éstos conforme a lo indicado en la legislación vigente.

## 15.4 Rellenos y compactado

### 15.4.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos en relleno y compactado.

### 15.4.2 Riesgos asociados a la actividad

20. Atropellos de personas.
21. Aplastamientos.
22. Vuelcos de maquinaria.
23. Caídas al mismo y a distinto nivel.
24. Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
25. Colisión de vehículos.
26. Electrocuciones y quemaduras.
27. Ruido.

### 15.4.3 Equipos de protección individual

28. Casco de seguridad
29. Mono de trabajo
30. Calzado de seguridad

Los maquinistas utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario.

En caso de formación de polvo se utilizarán mascarillas antipolvo.

Los trabajadores que estén en el entorno de las máquinas deben utilizar chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como protectores auditivos, guantes, etc., se dotará a los trabajadores de los mismos.

### 15.4.4 Equipos de protección colectiva

En todo momento se mantendrá las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas, si fuese preciso hacer trabajos nocturnos.

Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvo. Se señalizarán oportunamente los accesos y recorridos de vehículos.

Cuando sea obligado el tráfico rodado por zonas de trabajo, éstas se delimitarán convenientemente, indicándose los distintos riesgos con las correspondientes señales de tráfico y de seguridad.

Los accesos a la vía pública contarán con señales triangulares de peligro indefinido con placas con la inscripción "salida de camiones"

### 15.4.5 Instrucciones de operatividad

No se permitirá a los trabajadores permanecer dentro del radio de acción de las máquinas.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Toda la maquinaria contará con señal acústica de marcha atrás.

Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo para evitar colisiones. Existirá en la obra una zona para el aparcamiento.

Cualquiera que sea la manipulación a efectuar en máquinas o en vehículos de obra, se hará con esta parada, y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

En zona de producción de polvo, se regará para evitarlo, siempre que sea posible.

Se evitará en lo posible la circulación de máquinas y vehículos en las proximidades de los bordes de excavación para evitar sobrecargas y efectos de vibraciones.

En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

El ayudante en las operaciones de descarga se situará suficientemente alejado del vehículo o máquina. Indicará mediante un jalón o sistema similar, el lugar en el que se debe producir la descarga.

Las descargas de volquetes en rellenos se realizarán en lugares estables, y lo más horizontales posibles, no aproximándose demasiado al talud, marcando el mismo con unos topes.

Después de bascular, la caja del vehículo deberá estar totalmente bajada antes de reanudar la marcha.

En trabajos nocturnos, la iluminación será adecuada para realizar los trabajos sin riesgo alguno.

## 15.5 Estructura metálica

### 15.5.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante el trabajo con estructuras metálicas.

### 15.5.2 Riesgos asociados a la actividad

31. Caída de personas al mismo y a distinto nivel
32. Caídas de materiales en manipulación
33. Caída incontrolada de cargas suspendidas
34. Aplastamientos y golpes.
35. Atrapamiento de extremidades
36. Electrocuciones
37. Quemaduras
38. Sobreesfuerzos
39. Cortes y heridas en la manipulación de materiales

### 15.5.3 Equipos de protección individual recomendados.

Será obligatorio el uso del casco, botas antideslizantes y ropa de trabajo. Los soldadores usarán protección ocular, mandil, guantes y polainas. El personal que maneje perfiles metálicos y materiales usará guantes. Los trabajadores utilizarán cinturones portaherramientas.

Aquellos trabajos en los que exista riesgo de caída a distinto nivel y no se encuentren protegidos por redes o barandillas se realizarán con arnés anticaídas atado a puntos fuertes de la estructura. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

### 15.5.4 Protecciones colectivas.

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferiblemente desde plataformas de trabajo montadas sobre andamio tubular o sistema equivalente.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo o de paso en las que haya riesgo de caída de objetos.

Se reducirá todo lo posible la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. Se dispondrá la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

### 15.5.5 Instrucciones de operatividad

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferentemente desde andamios tubulares con plataformas de trabajo protegidas por barandillas en todo su contorno.

Siempre que en el izado de materiales el tamaño o forma de éstos pueda ocasionar choques con la estructura u otros elementos, se guiará la carga con cables o cuerdas de retención.

Cuando el gruista no tenga correcta visibilidad en las maniobras de aproximación y presentación de piezas metálicas será auxiliado por un señalista.

El estrobado de los perfiles metálicos y estructuras a transportar con grúa, se hará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado.

Cuando las condiciones del montaje no permitan trabajar en un andamio, se hará uso del arnés anticaídas.

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferentemente desde andamios tubulares. Además, los operarios sujetarán el arnés de seguridad, a cables, argollas o perfiles.

Durante el transporte y elevación de los perfiles metálicos no se permitirá que nadie bajo ningún concepto permanezca sobre ellos.

No se elevarán pesos superiores a los estipulados para cada tipo de grúa.

Los elementos metálicos serán soldados con la mayor rapidez posible. Nunca se colocará un elemento sobre otro que esté simplemente punteado.

La manipulación de perfilería metálica se realizará con guantes de cuero.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para su correcta ejecución, se adoptarán los niveles de iluminación necesarios para una correcta ejecución de los trabajos.

## 15.6 Zapatas y muros de hormigón armado

### 15.6.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la ejecución de los trabajos de zapatas de hormigón armado.

### 15.6.2 Riesgos asociados a la actividad

En la fabricación y puesta en obra de ferralla

1. Caídas al mismo y a distinto nivel.
2. Aplastamientos y golpes durante la carga, transporte y descarga de los paquetes de ferralla.
3. Caída de paquetes de ferralla o de armaduras premontadas durante las operaciones de izado y transporte.
4. Cortes y heridas en extremidades.
5. Lumbalgias por sobreesfuerzos.
6. Electrocución.
7. Proyección de partículas a los ojos.
8. Pisadas sobre objetos punzantes.

Puesta en obra del hormigón

9. Caídas al mismo y a distinto nivel.
10. Caída de cargas suspendidas en las operaciones de hormigonado.
11. Dermatitis por contacto de la piel con el hormigón.
12. Proyección de partículas a los ojos en las operaciones de vertido.
13. Quemaduras por contacto de la piel con el hormigón.
14. Lumbalgias por sobreesfuerzos.
15. Electrocuciones.
16. Cortes y heridas.

Derivados de la excavación ejecutada

17. Desprendimientos de terreno.
18. Caídas a distinto nivel al interior de los pozos de cimentación.
19. Atropellos y golpes de máquinas.

20. Lumbalgias por sobreesfuerzos.
21. Electrocuciones.

### 15.6.3 Equipos de protección individual recomendados

22. Casco de seguridad
23. Mono de trabajo
24. Calzado de seguridad.

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina utilizarán casco de seguridad.

El personal que se encargue de la manipulación de armaduras empleará guantes de cuero y hombreras en su caso.

Los operarios encargados de la puesta en obra del hormigón utilizarán botas y guantes de goma.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como mascarillas, botas de agua, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual serán los homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

### 15.6.4 Protecciones colectivas

Aquellas esperas sobre las que exista riesgo de caída encima de ellas se protegerán con tapones de plástico para pequeñas alturas. Todas las zanjas y pozos de más de 2,00 m de altura se protegerán con barandillas. En todo momento las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas. Se dispondrá de señalización interior de obra para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

### 15.6.5 Instrucciones de operatividad

Siempre que se prevea circulación de personas en las proximidades de las zanjas o pozos de cimentación se señalizarán con cinta de plástico bicolor sobre redondo metálico y se dispondrá de cartel indicativo. Si la zanja o pozo tuviera más de 2,00 metros de profundidad, se protegerán con barandillas los bordes de coronación.

Cuando la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,50 m se colocarán escaleras para facilitar el acceso o salida de la excavación.

Antes de proceder al refino de las paredes de las zanjas y pozos se desmocharán las cabezas de la excavación para evitar caída del material al interior en el momento en que los trabajadores se encuentren en el fondo de la misma.

Los pozos de cimentación de más de 2,00 metros de profundidad se rellenarán en el día.

Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla, próximo al lugar de montaje.

La descarga de los paquetes de redondos de los camiones de transporte será realizada ahorcando los paquetes con eslingas. En caso de paquetes alargados se estrobarán éstos de un mínimo de dos puntos, izándolos en horizontal.

Se prohibirá el enganche de los paquetes de redondos para su transporte con la grúa, de los latiguillos con los que vienen empaquetados de fábrica. Sólo se permitirá el enganche de los citados latiguillos para elevar ligeramente los paquetes y colocar durmientes de madera para poder realizar el ahorcado con las eslingas.

Una vez eslingados correctamente los paquetes y antes de su izado definitivo, se bajarán de la caja los operarios que realizaron el estrobado, comenzando el izado de forma lenta con el objeto de detectar enganchones del paquete con el resto de los paquetes del camión. En caso de observarse algún enganchón se procederá a para el izado, realizando las operaciones necesarias para liberar el paquete con ayuda de barras de uña u otros elementos similares, evitando realizar esta operación directamente con las manos.

Durante las operaciones de izado y colocación de armaduras y redondos en las zonas de acopio, se prohibirá el paso de terceros bajo las cargas suspendidas. En caso de ser necesario el guiado de las cargas, éste se realizará mediante el empleo de cuerdas guía atadas a los paquetes, evitándose realizar el guiado directamente con las manos.

Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes de madera, capa a capa, evitándose las alturas superiores a 1,00 m.

Los desperdicios de recortes de hierro se recogerán acopiándose en el lugar destinado al efecto para su posterior transporte a vertedero.

Las maniobras de aproximación de las hormigoneras en marcha atrás al borde de las excavaciones serán dirigidas por un auxiliar.

Se evitará durante las operaciones de hormigonado de las zapatas, que los operarios pisen en los desplazamientos directamente sobre las armaduras, colocando plataformas de paso de al menos 60 cm de ancho.

Se evitará la permanencia de personas debajo de cargas suspendidas. La obra se limpiará periódicamente de restos de materiales.

La obra se mantendrá ordenada en los acopios y en la distribución de los medios a emplear.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para la correcta ejecución de los trabajos, se iluminarán éstos conforme a lo indicado en la legislación vigente.

## 15.7 Armado de apoyos y tendido de conductores

### 15.7.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos de armado de apoyos y tendido de cables.

### 15.7.2 Riesgos asociados a la actividad

1. Caídas a distinto nivel
2. Caídas al mismo nivel
3. Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
4. Caída de objetos en manipulación
5. Pisadas sobre objetos
6. Golpes/Cortes por objetos o herramientas
7. Proyección de fragmentos o partículas
8. Contacto eléctrico en tendido de conductores, (cruzamiento con líneas A.T.)

### 15.7.3 Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
2. Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.
3. Guantes de trabajo.
4. Cinturón de seguridad con arnés.
5. Ropa de trabajo para el mal tiempo.
6. Gafas de protección contra las proyecciones de fragmentos o partículas.

### 15.7.4 Instrucciones de operatividad

1. Se armarán los apoyos enteros en el suelo y se izarán con grúa adecuada al tonelaje y altura de los mismos. Con este procedimiento se obtiene una máxima reducción de los trabajos en altura, que constituyen, evidentemente, uno de los mayores peligros en esta fase de montaje de líneas.
2. Durante el armado e izado de apoyos, los operarios trabajarán con todos los elementos de protección personal obligatorios y evitando el trabajo de dos o más operarios a diferentes alturas, en la misma vertical. Esta forma de actuación se mantendrá durante el apriete final y graneteado de los tornillos, donde a cada operario se le asignará un área de trabajo.
3. Se deberá de instalar una línea de vida para los trabajos en altura.
4. Se montarán protecciones sobre caminos, carreteras, ferrocarriles y líneas de baja tensión.
5. Las líneas de M.T., hasta 25 kV, se puentearán con cables subterráneos y la conexión se realizará con la línea en descargo.
6. La máquina de freno, el cabrestante, los caballetes alzabobinas y el recuperador de cable se colocarán siempre manteniendo la horizontabilidad.
7. El tendido del cable piloto se hará manualmente o mediante tractor, dependiendo de los cultivos existentes.

8. La elevación del piloto requiere especial atención, evitando los enganches en rocas y arbustos, que al desprenderse producen movimientos incontrolados que pueden ser causa de accidentes.
9. El tendido de conductores se ejecutará mecánicamente mediante frenado hidráulico del conductor y tracción del cable piloto, efectuada por un cabrestante equipado con interruptor de parada automática ante una elevación imprevista de la tracción.
10. La vigilancia permanente de este tendido con la interconexión radiofónica entre maquinistas y vigilantes es el factor más importante para evitar accidentes.
11. Se fijará el cabrestante y la máquina de freno, mediante como mínimo, dos puntos de anclaje, independientes entre sí (no usar el mismo cable para los dos puntos de anclaje) y dos puntillas por cada punto de anclaje. Se usarán cables de acero con gasas y se harán las uniones utilizando grillete. Se bajarán siempre las patas estabilizadoras.

Es obligatorio reforzar las crucetas en las siguientes situaciones:

1. Cuando el ángulo formado por el cable que sale de las máquinas (freno y cabrestante) y la horizontal es superior a 20°.
2. Cuando el desnivel entre dos apoyos consecutivos es superior al 25% (25 m de desnivel) porcada 100 m de vano.
3. Se vigilará escrupulosamente que la lanzadera pasa bien por las poleas.
4. Se vigilarán las puntillas y en general los anclajes de carga, parando las maniobras si se observa alguna deficiencia y no reanudándose el trabajo hasta haberla subsanado.
5. Se controlará la tracción y velocidad manteniéndolos lo más uniforme posible, para que no se produzcan oscilaciones, paradas o sacudidas entre las dos máquinas.
6. Guardar las distancias de segundad a las líneas que estén en tensión:
   - 3 m en instalaciones hasta 66.000 V.
   - 5 m en instalaciones superiores a 66.000 V.
7. Los operarios evitarán ponerse debajo de las cargas en la fase de elevación y colocación de las cadenas de aisladores.

8. Durante la elevación de la cadena, el operario debe abandonar el punto de la cruceta. En las cadenas de suspensión, se arriostrará la cruceta cuando vaya a sufrir esfuerzos superiores a los previstos en su posición definitiva.
9. Se accederá al carro a través de barra, apoyada en cruceta y conductor, permaneciendo en todo momento sujeto con el cinturón al conductor.
10. En el carro se permanecerá en todo momento con el cinturón atado en todo momento al conductor. Se deberá comprobar que todas las herramientas con que se va a trabajar reúnen las condiciones necesarias y se revisará la maquinaria y vehículos utilizados en obra, con una periodicidad mensual, reparando las anomalías detectadas.

## 15.8 Conexionado de instalaciones eléctricas

### 15.8.1 Objeto

En este procedimiento se establecen las medidas de seguridad necesaria para llevar a cabo los trabajos de conexiones eléctricas.

### 15.8.2 Riesgos asociados a la actividad

1. Caídas de personas a distinto nivel.
2. Caídas de personas al mismo nivel.
3. Caídas de objetos o componentes sobre personas.
4. Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
5. Caída de objetos desprendidos.
6. Pisadas sobre objetos.
7. Choques contra objetos móviles.
8. Proyecciones de partículas a los ojos.
9. Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
10. Sobreesfuerzos.
11. Golpes y cortes por manejo de herramientas.
12. Atrapamientos por o entre objetos.
13. Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
14. Quemaduras por contactos térmicos.
15. Exposición a descargas eléctricas.
16. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
17. Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
18. Incendios.
19. Explosiones.

20. Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
21. Exposición a factores atmosféricos extremos.
22. Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de tendido o fallo mecánico de equipos.
23. Contactos eléctricos.
24. Golpes de equipos, en su izado, contra otras instalaciones.

### 15.8.3 Equipos de protección individual

1. Casco homologado.
2. Chaleco reflectante.
3. Botas de seguridad con puntera reforzada.
4. Guantes contra riesgos eléctricos.
5. Arnés de seguridad en caso de trabajar a más de 2 m de altura.

### 15.8.4 Equipos de protección colectiva

1. Señalización carretera.
2. Señalización salida de obra.
3. Señalizaciones riesgo eléctrico.
4. Aparatos desconectados durante su manipulación.
5. Sirena luminosa maquinaria y alarma de marcha atrás.

## 15.9 Contactos eléctricos

### 15.9.1 Objeto

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001). En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

Trabajos sin tensión ANEXO. Trabajos sin tensión (R.D. 614/2001) Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

Desconectar.

Prevenir cualquier posible realimentación. Verificar la ausencia de tensión.

Poner a tierra y en cortocircuito.

Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

1. Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

2. Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

3. Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

4. Poner a tierra y en cortocircuito

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.
- Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.

La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.

El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

# 16. EQUIPOS TÉCNICOS.

## 16.1 Maquinaria de movimiento de tierras

### 16.1.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de segundad que deberán aplicarse durante la utilización de maquinaria de movimiento de tierras.

### 16.1.2 Riesgos asociados a la actividad

En la llegada y expedición de maquinaria:

1. Vuelco y/o caídas de la máquina al cargarla y/o descargarla al camión.
2. Atrapamientos.
3. Vuelco o deslizamiento del camión de transporte.
4. Atropellos.

Durante la ejecución de los trabajos:

5. Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras.
6. Golpes y contusiones.
7. Atrapamientos de personas entre partes móviles de la máquina.
8. Colisiones con otros vehículos
9. Choques con elementos fijos de obra.
10. Caída de material desde la cuchara (retroexcavadoras, mixta y pala cargadora)
11. Vuelco de máquina.
12. Deslizamientos incontrolados.
13. Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
14. Caídas a distinto nivel al bajar o subir de la cabina.
15. Proyección de objetos.
16. Desplomes de tierra sobre la máquina.
17. Incendios y explosiones.
18. Quemaduras.
19. Efectos de vibraciones en el conductor.
20. Ruido propio y ambiental (conjunción de varias máquinas).
21. Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (afecciones respiratorias).
22. Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

23. Contacto con líneas eléctricas.
24. Durante las operaciones de mantenimiento:
25. Atrapamiento y aplastamiento en operaciones de mantenimiento y/o reparación.
26. Riesgo de incendio durante el llenado el tanque de combustible.
27. Contactos con materiales contaminantes (aceites usados, líquido de frenos, pastillas de frenado, etc.).
28. Riesgos eléctricos.

### 16.1.3 Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad homologado.
2. Botas antideslizantes. Calzado de conducción de vehículos
3. Gafas de seguridad antiproyecciones y antipolvo.
4. Asiento anatómico.
5. Cinturón elástico antivibratorio (Bulldozer, tractor)
6. Ropa de trabajo.
7. Chaleco reflectante
8. Protecciones colectivas
9. Guantes de cuero (Bulldozer, pilotadora, mototrailla)

En operaciones de mantenimiento:

1. Mandil de cuero o de P.V.C.
2. Botas de seguridad con puntera reforzada

### 16.1.4 Equipos de protección colectiva

No habrá nadie en el radio de acción de la máquina.

Cuando proceda, se comprobará que la máquina dispone de:

1. Señalización luminosa (luz rotativa).
2. Señalización acústica de manera que se ponga en funcionamiento cuando se realicen operaciones que requieran el avance en sentido contrario al de la visual del operador (marcha atrás).
3. Servofrenos y frenos de mano.
4. Pórticos de seguridad antivuelco.
5. Espejos retrovisores si la visibilidad de la máquina lo requiere.

### 16.1.5 Instrucciones de operatividad

El personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina.

La máquina será manejada únicamente por el personal designado para ello, que deberá estar cualificado.

Para subir o bajar de la máquina, se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos al efecto en el acceso a la máquina. Se realizará además de cara a la máquina asiéndose con ambas manos. No se subirá utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Antes de entrar en la cabina el conductor comprobará que no lleva barro en las suelas que pueda impedir el normal funcionamiento de los pedales.

Se prohíbe el acceso a la cabina de mando de la máquina, utilizando vestimentas sin ceñir y joyas (cadenas, relojes o anillos), que puedan engancharse en los salientes y en los controles

El operador permanecerá dentro de la máquina, sin subir ni bajar de ella, mientras ésta esté en movimiento.

No se abandonará la maquinaria sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchara, pala, cuchilla o escarificador (en función de la máquina que se trate), parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno. De igual forma se procederá al finalizar la jornada.

No se accionarán los mandos de la máquina si el operario no se encuentra situado en el puesto del conductor.

No se permitirá el transporte de personas sobre partes móviles de las máquinas. Asimismo, no se podrá transportar a otras personas ajenas al operador a no ser que la máquina disponga de asiento para acompañante.

No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado de depósito.

No se admitirán en la obra bulldozeres, mototraillas o tractores desprovistos de cabinas antivuelco (o pórticos de seguridad antivuelco y antiimpactos). Las cabinas antivuelco montadas, no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.

Si se cargan piedras de tamaño considerable se hará una cama de arena sobre el elemento de carga, para evitar rebotes y roturas.

Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que puedan provocar accidentes.

Se considerarán las características del terreno para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.

Se prohíbe estacionar la maquinaria a menos de tres metros (como norma general), del borde de barrancos, hoyos, trincheras, zanjas, etc., para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.

Antes del inicio de trabajos, al pie de los taludes ya construidos (o de vermas), de la obra, se inspeccionarán aquellos materiales (árboles, arbustos, rocas), inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo. Una vez saneado, se procederá al inicio de los trabajos a máquina.

Las maniobras dentro de la obra se harán sin movimientos bruscos, anunciándolas con antelación.

Se respetará en todo momento la señalización de la obra.

Se emplearán las señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Se extremarán las precauciones cuando se deba circular por terrenos irregulares o sin consistencia.

Se intentará en la medida de lo posible que los vehículos no queden parados en las rampas de acceso, en caso necesario quedarán frenados y con topes.

En el caso de retroexcavadoras y mixtas, al circular lo harán con el brazo plegado.

En el caso de retroexcavadoras, durante la excavación la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

La cabina llevará extintor timbrado y con las revisiones al día.

Tanto la maquinaria empleada como todos sus elementos estarán sometidos a las revisiones periódicas que establezca el fabricante para su perfecto funcionamiento. Se realizará una comprobación y conservación periódica por personal autorizado y cualificado.

No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.

## 16.2 Maquinaria de elevación y transporte

### 16.2.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de segundad que deberán aplicarse durante la utilización de la maquinaria de elevación y transporte

### 16.2.2 Riesgos asociados a la actividad

1. Rotura del cable o gancho (grúa móvil, camión grúa)
2. Caída de la carga (grúa móvil, camión grúa)
3. Caídas en altura de personas por empuje de la carga (grúa móvil, camión grúa)
4. Golpes y aplastamiento por la carga (grúa móvil, camión grúa)
5. Golpes y colisiones con elementos fijos de obra
6. Vuelco del vehículo.
7. Atropellos
8. Caídas de personas a distinto nivel.
9. Caídas de personas al mismo nivel

10. Caídas de materiales y objetos.
11. Riesgos derivados de desplazamientos incontrolados de las plataformas.
12. Atrapamientos.
13. Golpes contra objetos.
14. Contactos con líneas eléctricas.
15. Contactos eléctricos.
16. Incendios y explosiones.
17. Quemaduras.
18. Efectos de vibraciones en el conductor.
19. Deslizamientos.
20. Producción de ruidos.
21. En el caso de maquinaria que tenga que ser transportada:
    - Vuelco y/o caídas de la maquina al cargarla y/o descargarla al camión.
    - Atrapamientos.
    - Vuelco o deslizamiento del camión de transporte.

Durante las operaciones de mantenimiento:

1. Atrapamiento y aplastamiento en operaciones de mantenimiento y/o reparación.
2. Riesgo de incendio durante el llenado del tanque de combustible.
3. Contactos con materiales contaminantes (aceites usados, líquido de frenos, ferodos, etc.).
4. Riesgos eléctricos.

### 16.2.3 Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad homologado
2. Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
3. Ropa de trabajo.
4. Calzado de seguridad.
5. Arnés de seguridad

### 16.2.4 Equipos de protección colectiva

Las plataformas de trabajo poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié en todo su contorno.

El paso bajo la plataforma se acotará con vallas peatonales o sistema similar, para impedir el acceso de trabajadores y se señalizará el riesgo de caída de objetos y de materiales.

Se dispondrá de señalización adecuada en los accesos a la plataforma, con indicaciones de la carga máxima y del número máximo de personas que la pueden utilizar.

Las plataformas de trabajo estarán firmemente ancladas a los apoyos para evitar los movimientos por desplazamiento o vuelco.

Las carretillas elevadoras dispondrán de un nivel de iluminación suficiente para las maniobras a realizar, si es preciso se dispondrá iluminación artificial para garantizar las condiciones de visibilidad. Estarán equipadas con:

1. Servofrenos y frenos de mano.
2. Pórticos de seguridad antivuelco.
3. Espejos retrovisores si la visibilidad de la máquina lo requiere.
4. Arnés de seguridad

### 16.2.5 Instrucciones de operatividad

Las grúas sobre neumáticos no comenzarán su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos -soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire, siempre que las características de la carga que han de izar lo exijan.

La traslación con carga de las grúas automóviles se evitará siempre que sea posible. De no ser así, la pluma, con su longitud más corta y la carga suspendida a la menor altura, se orientará en la dirección del desplazamiento.

Durante la traslación el conductor observará permanentemente la carga, de forma especial cuando pase bajo obstáculos y con la colaboración de uno o varios ayudantes para la realización de estas maniobras.

Cuando la grúa esté fuera de servicio se mantendrá con la pluma recogida y con los elementos de enclavamiento accionados.

El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso y de pestillo de seguridad.

La maniobra de izado comenzará muy lentamente para tensar los cables antes de realizar una elevación, una vez que se haya comprobado la ausencia de personal debajo de la posible trayectoria de la carga.

Antes de proceder a maniobrar con la carga, se comprobará la estabilidad de la misma y el correcto reparto de las tensiones mecánicas en los distintos ramales del cable.

No se utilizará la grúa para trabajos que impliquen esfuerzos de tiros sesgados ni se harán más de una maniobra a la vez.

Los operadores no atenderán señal alguna que provenga de otra persona distinta al señalista designado al efecto.

No se anulará cualquier dispositivo de seguridad de las plataformas móviles.

Se considerarán las características del terreno sobre el que se ubicará la plataforma, procurando que las ruedas no queden atrapadas ni bloqueadas, permitiendo su movimiento sin obstáculos. El tropiezo o el hundimiento de la máquina en el terreno, puede provocar su inclinación o vuelco, con grave riesgo para los trabajadores.

La plataforma no comenzará su trabajo sin haber frenado sus ruedas y si dispone de gatos hidráulicos, los apoyará en el suelo, o sobre tablones o chapones de reparto, si las condiciones del terreno así lo aconsejaran. No se subirá a/o realizar trabajos sin haber instalado previamente los gatos estabilizadores y frenos antirodadura de las ruedas.

Siempre que sea posible, se cargará la plataforma una vez ubicada en la posición de utilización, evitando su desplazamiento con carga.

No se transportarán personas o materiales sobre las plataformas móviles durante las maniobras de cambio de posición.

La plataforma se cargará con el material uniformemente repartido y sin que sobresalga de la cabina, para evitar su caída tanto en el recorrido de elevación como en el de descenso. No se dejará nada suelto en la plataforma.

No se abandonará material o herramientas sobre las plataformas. No se depositarán pesos violentamente sobre las plataformas. No se situarán sobre la plataforma más personas, ni mayor carga de las que indica el fabricante, ni se utilizará, cuando se encuentre sobre una superficie inclinada de pendiente mayor que la superable recomendada.

Las maniobras en el interior de la obra se realizarán sin movimientos bruscos y anunciándolas con antelación, contando, si es preciso, con el apoyo de un señalista.

Se evitará la proximidad de trabajadores en el radio de acción de la máquina ni en sus proximidades. No se realizarán trabajos continuos o esporádicos bajo las plataformas móviles.

El ascenso y descenso de la plataforma, se realizará con ésta en su punto más bajo, quedando prohibida la entrada o salida de los trabajadores, a través de ventanas u otros huecos.

En los casos esporádicos en los que haya que pasar esporádicamente a la estructura no se realizará sin antes haber sujetado el arnés anticaída a un punto fijo de la estructura o al cable de vida.

No se utilizará la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas.

Cuando la plataforma esté fuera de servicio, se mantendrá con la pluma recogida y con los elementos de enclavamiento accionados.

El uso de la plataforma se realizará por personal cualificado.

Las grúas puente estarán provistas de accesos fáciles y seguros desde el suelo de los pisos o plataformas hasta la cabina de la grúa, y de la cabina a los pasillos del puente, por medio de escalas o escaleras fijas. Dispondrán de pasillos y plataformas de anchura no inferior a 75 centímetros a lo largo de todo el puente.

Las cabinas de los puentes grúas estarán dotadas de ventanas de suficiente dureza para proteger al maquinista contra las proyecciones de materiales fundidos o corrosivos y le protegerán asimismo contra las radiaciones y emanaciones molestas o nocivas.

En caso de incendio se dotará a la cabina de extintor, con el correspondiente timbrado y las revisiones al día.

Los extremos de los caminos de rodadura de los aparatos y de los carros deben estar dotados de topes eficaces.

El maquinista deberá revisar todos los elementos sometidos a esfuerzos, diariamente y antes de iniciar el trabajo.

Se circulará sin prisas y se estará atento a la maniobra que se esté realizando.

Está absolutamente prohibido el trasladarse de un lugar a otro subido en la carga o colgado del gancho de la grúa.

El gruista debe dominar visualmente todo el campo de influencia de la carga y si no lo consigue, deberá disponer de un ayudante que le dirija en sus zonas muertas.

En el procedimiento relativo a señalización se incluye el conjunto de señalización gestual a utilizar. Este conjunto no impide que puedan emplearse otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idéntica maniobras.

No se acompañará nunca los estrobos con las manos directamente.

No se acompañará nunca la carga con las manos y, si es preciso guiar la carga, utilizar útiles apropiados.

No ejecutar ninguna maniobra con la carga sin antes proceder a comprobar su perfecto asentamiento.

Cuando se transporte una carga se deberá avisar al personal ajeno a la maniobra que se encuentre en la zona invadida por la misma.

Se debe trasladar la carga a suficiente altura para librar a personas y objetos

Cuando la carga no dispone de suficiente espacio libre, se deberán extremar las precauciones y proceder a despejar de personas las zonas por donde deba pasar.

No se transportarán objetos sueltos o mal estrobados.

Las piezas desmontables, tales como tapas, etc., serán fijadas al aparato para evitar su caída. Se utilizarán contenedores adecuados para cada tipo de objetos a transportar.

No transportar a la vez objetos de menor tamaño cuando los estrobos haya que acoplarlos a los de un tamaño mayor.

No se situará ningún operario debajo de la carga suspendida.

Se deberá marcar de forma fácilmente legible la carga útil en kg.

Se prohíbe cargar pesos superiores a la máxima carga útil, excepto en las pruebas de resistencia.

Nunca se deberá izar la carga sujetándola por los alambres.

Se dispondrán elementos de seguridad tales como finales de carrera, limitadores de carga y pestillo de seguridad.

Se establecerá un programa de mantenimiento preventivo.

Se inspeccionará el material de transporte y se rechazará aquél que esté defectuoso. Se rechazarán palets rotos o que estén astillados.

Se adaptará para cada caso concreto el lugar en el que se van a depositar las cargas para facilitar tanto la operación de estrobado como la contraria.

No se intentará controlar o parar nunca una carga de forma manual.

Todas las piezas bajo tensión en servicio deberán estar aisladas o protegidas en toda su longitud en aquellos emplazamientos donde puedan producirse contactos accidentales con el personal.

Las protecciones pueden estar constituidas por rejillas o chapas perforadas suficientemente rígidas y situadas por lo menos a 10 centímetros de las piezas bajo tensión.

Todas las piezas metálicas que no sean los conductores eléctricos deben estar eléctricamente unidas entre ellas y a un conductor unido a tierra.

La instalación debe estar permanentemente controlada por un dispositivo [disyuntor diferencial) que separe automáticamente la instalación o parte de la misma en la que esté el defecto de la fuente de energía que la alimenta.

Los trabajadores, antes del uso diario, revisarán sus equipos de protección individual, solicitando a su superior jerárquico la sustitución de aquellos que se encuentren deteriorados.

No se permitirá el transporte de personas sobre elementos de la máquina no destinados a tal fin.

Los caminos de circulación interior se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces con otros vehículos, debiendo tener la pendiente máxima que el fabricante y las condiciones de utilización de la máquina permitan.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Estará siempre manejado por personal autorizado y cualificado debiendo éste en todo momento llevar casco de seguridad homologado y calzado con suela antideslizante. Todos sus elementos estarán sometidos a la comprobación periódica que indique el fabricante para su perfecto funcionamiento.

Se intentará en la medida de lo posible que los vehículos no queden parados en las rampas de acceso, en caso necesario quedarán frenados y con topes.

Las maniobras dentro de la obra se harán sin movimientos bruscos, anunciándolas con antelación.

A la hora de realizar la carga se tendrá en cuenta las condiciones de estabilidad de la misma, así como la forma y el volumen de ésta de manera que no altere la visibilidad de la zona de mando y control.

Revisiones

Se revisará, con anterioridad a los trabajos y después, periódicamente, el estado de la máquina, la instalación eléctrica de los mandos, etc., según las instrucciones del fabricante.

Los operarios que realicen dichas verificaciones deberán comunicar a sus superiores cualquier carencia o deterioro que detecten en los componentes, para que se corrijan las anomalías de forma inmediata.

## 16.3 Elementos de izado

### 16.3.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización de los elementos de izado, tales como cuerdas, cables, ganchos, eslingas, etc.

### 16.3.2 Riesgos asociados a esta actividad

1. Caída de objetos en manipulación
2. Golpes/Cortes por objetos y herramientas
3. Atrapamientos por o entre objetos
4. Sobreesfuerzos
5. Exposición a ambientes pulvígenos

### 16.3.3 Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
2. Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
3. Guantes de trabajo
4. Gafas de seguridad contra ambientes pulvígenos
5. Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 16.3.4 Instrucciones de operatividad

Los accesorios de elevación resistirán a los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.

Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.

El diseño y fabricación de Los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible. Las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

## 16.4 Herramientas eléctricas.

### 16.4.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización los útiles y herramientas eléctricas, ya que son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la

máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.

### 16.4.2 Instrucciones de operatividad

Las herramientas portátiles de accionamiento manual serán de clase II o de doble aislamiento. Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:

a) Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250 V.
b) Las de otras características: 440 V.

En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

1. Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
2. El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.
3. Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento accesible.

Para las herramientas de clase I, el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, para este conductor.

1. Cuando la herramienta está prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.
2. Las herramientas destinadas a servicio intermitente deben llevar indicada la duración prevista para las paradas y funcionamiento.
3. Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración.
4. Las lámparas eléctricas portátiles deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de la clase II y la tensión de utilización no será superior de 250 V, siendo como máximo de

245 V cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Trabajos con cortadura de discos.

Cuando se usen estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo un mínimo de 1 cm de su parte superior.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Equipos de soldadura.

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

Con carácter general, en todos los trabajos se usarán guantes y pantallas.

Todas las partes conductoras de los motores generadores, los rectificadores y los transformadores de las máquinas, estarán protegidas para evitar contactos accidentales con partes en tensión. Se conectarán los armazones a tierra.

Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos.

# 17. MEDIOS AUXILIARES

## 17.1 Escaleras de mano

### 17.1.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante el uso de escaleras manuales de madera y metálicas.

### 17.1.2 Riesgos asociados a esta actividad

1. Caídas a distinto nivel.
2. Caídas al mismo nivel.
3. Golpes con la escalera en su traslado o manejo.

### 17.1.3 Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
2. Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada de acero
3. Cinturón de seguridad de sujeción
4. Guantes de trabajo
5. Ropa de protección para el mal tiempo

### 17.1.4 Instrucciones de operatividad

Particulares

1. Escaleras de madera

Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.

Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

Los peldaños estarán ensamblados no clavados

Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos

2. Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza y estarán son deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.

Las escaleras metálicas a utilizar no estarán suple mentadas con uniones soldadas.

El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Generales

Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.

Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza sin empalmes, que no falta ningún peldaño que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras ni clavos salientes.

Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores de zapatas antideslizantes

El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución para evitar golpear a otras personas mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos la parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

Antes de iniciar la subida debe comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro grasa ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.'

El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.

La escalera tendrá una longitud tal que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.

Las escaleras de mano simples se colocarán en la medida de lo posible formando un ángulo de 75° con la horizontal.

Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.

Queda prohibida la utilización de la escalera por más de 1 operario a la vez.

Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deben usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.

Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.

Trabajando sobre una escalera no se debe de tratar de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.

Los trabajos a más de 3,5 m de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.

Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Las escaleras de mano deben mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.

Cuando no se usen, las escaleras deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.

Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

# 18. RIESGOS INHERENTES

## 18.1 Caídas en altura

### 18.1.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos en altura.

### 18.1.2 Riesgos asociados a esta actividad

1. Caídas a distinto nivel
2. Caídas al mismo nivel
3. Caídas de objetos en manipulación
4. Pisadas sobre objetos
5. Golpes por objetos o herramientas

### 18.1.3 Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad con barbuquejo contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
2. Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada en acero.
3. Cinturón de seguridad de sujeción o bien anticaídas o arnés.
4. Guantes de trabajo.
5. Ropa de protección para el mal tiempo

### 18.1.4 Instrucciones de operatividad

Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.

Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

1. Se deberá de proteger en particular: Las aberturas de los suelos.

Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones supongan un riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares.

Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamano, a una altura mínima de 90 cm, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 m; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

En aquellos lugares de los pisos de las obras en construcción por los que deban de circular los trabajadores y que, por lo reciente de su construcción, por no estar completamente terminada o por cualquier otra causa, ofrezcan peligro, deberán disponerse pasos o pasarelas formadas por tablones de un ancho mínimo de 60 cm o tablones prefabricados, de modo que resulte garantizada La seguridad del personal que vaya a circular por ellos.

Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de segundad puedan resultar afectadas poruña modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.

Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Los huecos y aberturas para la elevación del material y, en general, todos aquellos practicados en los pisos de las obras en construcción que por su especial situación resulten peligrosos serán convenientemente protegidos mediante barandillas sólidas a 90 cm de altura.

Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.

Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.

En caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes se vallará o se señalizará toda la zona afectada y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

Los accesos a las plataformas de trabajo elevadas se harán con la debido segundad, mediante escaleras de servicio y pasarelas. Nunca se debe hacer trepando por los pilares o andando por las vigas.

Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

Las escaleras que pongan en comunicación los distintos pisos de la obra en construcción deberán cada una salvar sólo la altura entre cada dos pisos inmediatos; podrán ser de fábrica, metálicas o de madera, siempre que reúnan condiciones suficientes de resistencia, amplitud y segundad.

Se tendrá un especial cuidado en no cargar los pisos o forjados recién construidos con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.

En los trabajos sobre cubiertas y tejados se emplearán los medios adecuados para que los mismos se realicen sin peligro, tales como barandillas, pasarelas, plataformas, andamiajes, escaleras u otros análogos.

Cuando se trate de cubiertas y tejados construidos con materiales resbaladizos o de poca resistencia, que presenten marcada inclinación o que las condiciones atmosféricas resulten desfavorables, se extremarán las medidas de segundad, sujetándose los operarios con cinturones de segundad, que irán unidos convenientemente a puntos fijados sólidamente.

Los trabajadores que operen en el montaje de estructuras metálicas o de hormigón armado o sobre elementos de la obra que por su elevada situación o por cualquier otra circunstancia, ofrezcan peligro de caída grave, deberán estar provistos de cinturones de seguridad, unidos convenientemente a puntos sólidamente fijados.

## 18.2 Trabajos superpuestos

### 18.2.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos superpuestos.

### 18.2.2 Riesgos asociados a esta actividad

1. Caídas a distinto nivel.
2. Caídas al mismo nivel.
3. Caídas de objetos en manipulación.
4. Caídas de objetos desprendidos.

### 18.2.3 Equipos de protección individual

1. Casco de segundad con barbuquejo contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
2. Botas de segundad antideslizantes con la puntera reforzada de acero
3. Cinturón de segundad con arnés o dispositivo anticaídas
4. Guantes de trabajo
5. Ropa de protección para el mal tiempo

### 18.2.4 Instrucciones de operatividad

Se deberá evitar la superposición de tajos en las obras mediante la programación de los trabajos para que no coincidan en la mismo vertical, el empleo de protecciones resistentes apropiadas que independicen de forma segura los trabajos realhivezados en la misma vertical y la señalización y vigilancia en los casos en que las medidas anteriores no se puedan llevar a cabo por las características especiales de la obra.

Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de la obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.

Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello utilizarán, siempre que sea posible, medidas de protección colectiva.

A fin de evitar caídas entre los andamios o plataformas de trabajo y los paramentos de la obra en ejecución, deberán colgarse tablones o chapados, según la índole de los elementos a emplear en los trabajos.

Toda abertura en el piso de una construcción o en una plataforma de trabajo deberá, excepto en aquellos momentos en los que sea necesario permitir el acceso de personas o el transporte o traslado de materiales, estar provista de un dispositivo eficaz para evitar la caída de personas u objetos.

Se deberán adoptar precauciones apropiadas para evitar que las personas sean golpeadas por objetos que puedan caer desde los andamiajes o plataformas de trabajo.

Al trabajar en zonas con trabajos superpuestos no se arrojarán herramientas ni materiales, sino que se pasarán de mano en mano o utilizando cuerdas o bolsas portaherramientas para tales efectos.

Si existe riesgo de caída de materiales a un nivel inferior en el que se encuentran trabajando, se balizará la zona. Y si ello no es posible, se señalizará la zona balizándola.

Igualmente, en el caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes, se vallará o se señalizará la zona afectada, y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

Al utilizar herramientas en trabajos en altura, y si prevemos que puede haber alguien trabajando por debajo de nosotros, deberemos de llevar las herramientas atadas.

Las estufas de electrodos de los soldadores se situarán en posición vertical y se atarán.

Los soldadores estarán provistos de un recipiente para depositar los restos de los electrodos.

## 18.3 Manipulación manual de cargas

### 18.3.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la manipulación manual de cargas.

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

### 18.3.2 Riesgos asociados a esta actividad

1. Caídas a distinto nivel.
2. Caídas al mismo nivel.
3. Caída de objetos en manipulación.
4. Pisadas sobre objetos.
5. Choque contra objetos inmóviles.
6. Golpes por objetos o herramientas.
7. Sobreesfuerzos.
8. Exposición a ambientes pulvígenos.

### 18.3.3 Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
2. Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
3. Guantes de trabajo
4. Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
5. Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
6. Ropa de protección para el mal tiempo

### 18.3.4 Instrucciones de operatividad

1. Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del hombre debe estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.

2. El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente sólo se consigue si los pies están bien situados:
3. Enmarcando la carga.
4. Ligeramente separados.
5. Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
6. Para levantar una carga el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.
7. Técnica segura del levantamiento:
8. Sitúe el peso cerca del cuerpo.
9. Mantenga la espalda plana.
10. No doble la espalda mientras levanta la carga
11. Use los músculos más fuertes, como son los de los brazos piernas y muslos.
12. Asir mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo Para mejor sentir un objeto al cogerlo lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados se puede antes de asirlos prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente
13. Las cargas deben levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
14. Para mantener la espalda recta se deben "meter" ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
15. El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada
16. La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
17. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos.
18. No bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
19. Utilizaremos los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°)

20. Los músculos de las piernas deben utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
21. En la medida de lo posible los brazos deben trabajar a tracción simple decir estirados los brazos deben mantener suspendida la carga, pero no elevarla
22. La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar natural.
23. En el caso de levantamiento de un bidón o una caída se conservará un pie separado hacia atrás con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule
24. Para transportar una carga, ésta debe mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
25. Este proceder evita la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
26. La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permite reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
27. El peso del cuerpo puede ser utilizado:
28. Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
29. Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
30. Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
31. En todas estas operaciones debe ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
32. Para levantar una caja grande del suelo, el empuje debe aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
33. Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90°, lo que conseguimos es hacer deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
34. Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, aprovecharemos su peso y nos limitaremos a frenar su caída.

35. Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deben encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
36. Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deben excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.
37. Debe designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá tender a:
    - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
    - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
    - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación [ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
    - La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla líos más bajos delante en el sentido de la marcha).
38. El transporte se debe efectuar:
    - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado del de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
    - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
    - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte
    - Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
    - Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
    - Nunca deben tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
    - Conviene preparar la carga antes de cogerla.
    - Aspirar en el ir amento de iniciar el esfuerzo.
    - El suelo se mantendrá limpio para evitar cualquier resbalón.

- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 kg aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- Se utilizarán guantes y calzado para proteger las manos y pies de la caída de objetos.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.
- Cualquier malestar o dolor debe ser comunicado a efectos de la correspondiente intervención del servicio médico.

## 18.4 Medidas de Prevención en Trabajos Eléctricos

### 18.4.1 Objeto

Los presentes procedimientos tienen por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad referentes al a todos aquellos trabajos que implique riesgos eléctricos.

### 18.4.2 Instrucciones de operatividad

Instalaciones temporales. Obras.

Estas instalaciones cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como las particulares siguientes:

Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores serán de 1.000 V de tensión nominal como mínimo.

En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 30mA. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

Cuadros eléctricos

Desde el punto de vista de la seguridad en los trabajos de la obra, las condiciones mínimas que deberán reunir los cuadros eléctricos que se instalen en las mismas, serán:

En el origen de la instalación se dispondrán interruptores diferenciales, cuyas sensibilidades mínimas serán:

1. 30 mA. para la instalación de fuerza.
2. 30 mA. para la instalación de alumbrado.

Existirán tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se dispongan. Los distintos elementos deben disponerse sobre una placa de montaje de material aislante. El conjunto se ubicará en un armario que cumpla:

Sus grados de estanqueidad contra el agua, polvo y resistencia mecánica contra impactos, tendrán unos índices de protección de, al menos, I.P. 5-4-3 respectivamente. Su carcasa metálica estará dotada de puesta a tierra.

Dispondrá de cerradura que estará al cuidado del encargado o del especialista que designen. Las partes activas de la instalación se recubrirán con aislante adecuado.

Las tomas de corriente se ubicarán, preferentemente, en los laterales del armario, para facilitar que éste pueda permanecer cerrado.

Las bases de enchufe dispondrán de los correspondientes puntos de toma de tierra, para poder conectar, de este modo, las distintas máquinas que lo necesiten.

En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria estén puesta a tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Norma ITC-BT-33. En caso contrario los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad. Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.

Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

Las tomas de corriente irán previstas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarla sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

Trabajos en aparatos de BT

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001. Las maniobras la realizarán trabajadores autorizados.

No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal. Cuando se realicen trabajos sin tensión, se comprobará que se han aislado las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobará la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas y electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

Trabajos en equipos de AT

Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre en cumplimiento del anexo II del RD614/2001. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de AT, sin que se hayan adoptado las siguientes medidas:

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptoras y seccionadoras que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo. Enclavar o bloquear, si son posibles los aparatos de corte.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.

3. Reconocer, mediante equipo normalizado para ello, la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
5. Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo. Proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación deberán realizarlas trabajadores cualificados. Se cumplirá además la normativa de la Compañía Suministradora referente a la operación.

Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

Para trabajos en transformadores y en máquinas en AT, se dejarán primero sin tensión todos los circuitos del secundario y a continuación los del primario. La reposición se hará en orden inverso.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión al primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

Trabajos en Proximidad de tensión: Se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001 Anexo V referente a los trabajos en proximidad. Antes de iniciar los trabajos un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo. Se deberán adoptar las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes, etc. Se deberá limitar eficazmente la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro y con el material adecuado. Se informará a los trabajadores de los riesgos existentes.

Cuando las medidas adoptadas no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo.

Trabajos en Tensión: Para realizar un trabajo en tensión, se atenderá a lo dispuesto en el R.D. 614/2001-Anexo III.

Los Trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. El método de trabajo y los equipos y los materiales deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el

trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto del suyo. Los equipos y los materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión deberá estar acreditada por un organismo homologado, esto es, provista del Carné de Habilitación expedido por su empresa que acredite su capacitación y autorización para la ejecución de dichos trabajos. La habilitación del personal es el proceso de selección, formación teórica-práctica, pruebas de conocimientos y aptitudes y reconocimientos requeridos para la obtención del Carné de Habilitación.

La zona de trabajo deberá señalizarse y delimitarse adecuadamente. Las medidas preventivas deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables y el trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permite una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.

Se atenderá a lo establecido en el R.D. 614/2001- Anexo IV y a lo establecido en las normas de la Compañía Suministradora (Operación, Maniobras y Descargos en AT y MT).

Las maniobras locales y las mediciones ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados en BT y por trabajadores cualificados en AT, pudiendo ser éstos auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y los materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de los materiales.

En maniobras locales con interruptores o seccionadores:

El método de trabajo empleado debe prever los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.

En las mediciones, ensayos y verificaciones:

1. En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones para evitar la alimentación intempestiva de la misma.
2. Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las precauciones para asegurar que:
    - La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
    - Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.

3. Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

## 18.5 Orden y limpieza

### 18.5.1 Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad referentes al orden y limpieza en el puesto de trabajo.

### 18.5.2 Instrucciones de operatividad

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

Las operaciones de limpieza no deberán constituir por sí mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

Los lugares de trabajo y, en particular sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la segundad y salud de los trabajadores.

Se deben especificar métodos para el apilamiento seguro de los materiales, debiendo tener en cuenta la altura de la pila, carga permitida por metro cuadrado, ubicación, etc.

Para el apilamiento de objetos pequeños debe disponerse de recipientes que, además de facilitar el apilamiento, simplifiquen el manejo de dichos objetos.

Para el manejo apilamiento de materiales deben emplearse medios mecánicos, siempre que se pueda.

Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo y los medios de su uso, a saber: equipo de protección individual y prendas de trabajo, armarios de ropas y prendas de trabajo, herramientas, materiales y otros, asignados especifican a su custodia.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

Todas las herramientas de mano, útiles de máquinas, etc., deben mantenerse siempre perfectamente ordenados y para ello han de disponerse soportes, estantes, etc.

Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios, dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona.

Se puede prever con anticipación la cantidad de desperdicios, recortes y desechos y considerar los lugares donde se reducirán, a fin de tomar las medidas necesarias para retirarlos a medida que se vayan produciendo.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. o se verterán en los mismos líquidos inflamables, colillas, etc.

Simples botes o bandejas de hojalata con serrín, colocados en los lugares donde las máquinas o las transmisiones chorrean aceite o grasa, así como salpicaderos y bandejas, evitan las condiciones peligrosas que pueden producir lesiones graves por caídas.

Los derrames de líquido (ácidos, aceites, grasas, etc.) se limpiarán inmediatamente, una vez eliminada la causa de su vertido, sea cierre de fuga, aislamiento de conducción, caída de envase u otros

Los residuos inflamables como algodones de limpieza trapos papeles restos de madera recipientes metálicos contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa se eliminará doblándolo cortándolo o retirándolo del suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usadas en modo que se mantengan en perfecto estado.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar

El empleo de colores claros v agradables en la pintura de la maquinaria ayudará mucho a la conservación y al buen mantenimiento.

Una buena medida es pintar de un color las partes fijas de la máquina y de otro más llamativo, las partes que se mueven. De esta forma el trabajador se aparta instintivamente de los órganos en movimiento que le puedan lesionar.

Es frecuente encontrar las paredes, techos, lámparas y ventanas ennegrecidos por la suciedad que se va acumulando. Esto hace disminuir la luminosidad del local y aumenta en consecuencia el riesgo de accidente. Además, un lugar sucio y desordenado resulta triste y deprimente e influye negativamente en el ánimo y el rendimiento de los trabajadores.

Se recomienda pintar los techos de blanco. Las paredes, hasta tres metros de altura, pueden pintarse de colores claros y tonos suaves. Si las paredes tienen más de tres metros de altura, se pintarán de blanco de tres metros hasta el techo.

Las zonas de paso o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones.

Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener, durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo y especialmente en los lugares cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo, barandillas, tablones de plataforma, escaleras, etc., sin la debida autorización del responsable del tajo, previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

## 18.6 Equipos de protección

### 18.6.1 Objeto

A continuación, se detallan las recomendaciones de seguridad y salud referentes a los equipos de protección que se encuentran el as obras. Los equipos de protección colectiva suelen ser barreras artificiales provisionales, intercalados entre superficie de trabajo y suelo, con el fin de evitar la caída de trabajadores y materiales.

### 18.6.2 Equipos de protecciones personales

Protecciones de la cabeza:

1. Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas CE indicando la función a que van destinados, así como el aislamiento eléctrico.
2. Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.
3. Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica.
4. Pantalla facial inactínica: Es obligatorio para toda persona que realice un trabajo que encierre un riesgo de arco eléctrico.
5. Gafas en trabajos con riesgo de accidente ocular, tal como: proyecciones de partículas materiales, polvos y humos, sustancias gaseosas irritantes, cáusticas o tóxicas, salpicaduras de líquidos, en trabajos de obra civil (revestimientos,

morteros, perforaciones, picado), pintura, manipulación de productos corrosivos, limpieza con productos corrosivos, soplado con aire comprimido, empleo de arena, utilización de pistolas clavadoras, etc.

6. Máscaras filtrantes: Se recomienda para todos los trabajos que provoquen nubes de polvo.

Protecciones de extremidades superiores:

1. Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos. Es obligatorio en los siguientes trabajos: eslingado y manipulación de materiales, montaje de piezas pesadas o que tengan aristas agudas, etc.
2. Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados según norma Técnica reglamentaria MT-4. Cada guante deberá llevar en sitio visible un sello con la inscripción Ministerio de Trabajo, fecha y clase.
3. Guantes cuero soldador.
4. Guantes ignífugos de protección térmica. Estos se usarán bajo los guantes aislantes.
5. Guantes de protección contra los productos químicos (en función del producto químico a manipular).
6. Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la norma técnica reglamentaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de las herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.

Protecciones de extremidades inferiores:

1. Calzado de seguridad de clase III homologado.
2. Cubre calzado para manipulación de piraleno.
3. Botas de trabajo contra agresivos químicos. Especialmente indicadas en aquellos trabajos en los que se manipulen álcalis, ácidos, cloro, amoniaco o cualquier otro producto corrosivo. Deberán utilizarse siempre con calcetines, para evitar rozaduras.

Protecciones del cuerpo:

1. Arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caídas de altura, hundimientos y desprendimientos o en el acceso a lugares que puedan tener riesgo de asfixia. Es obligatorio en trabajos a más de 2 m de altura, cuando se trabaje a alturas inferiores a 2 m de altura y exista riesgo de accidente, se utilizará según los casos y se dispondrán las protecciones más

adecuadas. Un arnés de seguridad debe llevar todos los accesorios necesarios para la ejecución del trabajo, tales como cuerda de sujeción y, si procede, amortiguador de caídas.

Estos accesorios deben ser verificados antes de su uso, al igual que el sistema anticaída, revisando particularmente el reborde de los agujeros previstos para el paso del hebijón de la hebilla.

Se comprobará que los ensamblajes son sólidos, que no están rotos los hilos de las costuras, que los remaches, si los hay, no están en mal estado; que las hebillas y anillos no están deformados y no presentan síntomas de rotura. Además, deben ser mantenidos en perfecto estado de limpieza.

# 19. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa de obligada aplicación que a continuación se cita, cuyo listado es meramente enunciativo, mas no limitativo.

**GENERALES:**

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995, de 8 de noviembre; BOE de 10 de noviembre/1995.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales en materia de coordinación de actividades preventivas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. BOE 250; 19.10.06
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por lo que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9/3/71) (B.O.E. 11/3/71).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Real Decreto 1561/1995 de 21 de septiembre (B.O.E. de 26 de septiembre de 1995), sobre jornadas especiales de trabajo.
- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.
- Real Decreto 1579/2008 de 26 de septiembre (B.O.E. de 04 de octubre de 2008), por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, y se regulan determinados aspectos de las condiciones de trabajo de los trabajadores móviles que realizan servicios de interoperabilidad transfronteriza en el sector del transporte ferroviario.

**ELECTRICIDAD:**

**Baja Tensión.**

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Quedando derogada la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 16-3-71), Capítulo VI sobre electricidad.

**Alta tensión.**

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

**MÁQUINAS:**

- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos.
- Real Decreto 1215/97 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE núm. 265 de 5 noviembre.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005 de 04 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- Real Decreto 836/2003, Nueva ITC, MIE-AEM 2, del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referentes a Grúas Torre desmontables para obras.
- Real Decreto 837/2003, Nuevo texto Refundido de la ITC, MIE-AEM4, del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a Grúas Móviles Autopropulsadas.

**RESIDUOS:**

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (BOE núm. 43, de 19.02.2002).
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2012/19/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados que derogó la anteriormente vigente
- - Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante deposito en vertedero (BOE núm. 25, de 29.01.2002).
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio (B.O.E. de 5 de julio de 1997) por el que se modifica el
- Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 de 14 de mayo Básica de Residuos Tóxicos y
- Peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988 de 20 de julio.

- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, (B.O.E. 24-5-97) Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, (B.O.E. 1-05-01) Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo, (B.O.E. 24-5-97) Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Orden del ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de 25 de marzo de 1998 de adaptación y modificación del R.D. 664/97.
- Real Decreto de 1124/2000 de 16 de junio por el que se modifica el Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores de contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 349/2003 de 21 de marzo por el que se modifica el Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y por lo que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. BOE núm. 86 de 11 de abril.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Ordenanzas municipales de aplicación.

**CONSTRUCCIÓN:**

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Y todas sus modificaciones, aclaraciones y correcciones posteriores relacionada con el Real Decreto.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre: disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE del 25). Anexo IV del citado Real Decreto, disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras.

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

**EPIs:**

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (B.O.E. 28/12/92).
- Orden de 16 de mayo de 1994 por la que se modifica el período transitorio establecido en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de

noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

**RUIDO:**

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

**INCENDIOS:**

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DBHR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Orden de 31 de mayo de 1982, por la que se aprueba la Instrucción reglamentaria MIE-AP5 sobre extintores de incendios.
- Documento Básico sobre Seguridad en caso de incendio contenido en el CTE.
- Ordenanzas Municipales.

**SEÑALIZACIÓN:**

- Real Decreto 485/97 de 14 de abril de 1997, B.O.E. del 23. "Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo".
- Señalización de obras en carreteras. O.M. del 31/8/87 (B.O.E. 18/9/87).
- Norma de carreteras 8.3-IC Señalización de obras.

**MOVIMIENTOS DE TIERRAS:**

- Normas UNE e ISO sobre movimientos de tierra, como la norma UNE-EN 474-1:2007+A5:2018, estando asociada ésta a "Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales".

**LUGARES DE TRABAJO:**

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril (B.O.E. DE 23 de abril de 1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad en lugares de trabajo.

**MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS:**

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la "Manipulación Manual de Cargas", que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE del 23.

**APARATOS A PRESIÓN:**

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, (B.O.E. de 31 de mayo de 2009) por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 108/2016, de 18 de marzo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los recipientes a presión simples.

**DISPOSICIONES ADICIONALES**

- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción
- Real Decreto 1561/95 de 21 de septiembre, (BOE de 26 de septiembre de 1995), sobre Jornadas Especiales de Trabajo.
- Establecimiento de modelos de notificación de accidentes de trabajo (O.M. 16 diciembre 1987, B.O.E. 29 diciembre 1987).

**SEGUROS**

Deberá contarse con Seguros de Responsabilidad Civil y de otros Riesgos que cubran tanto los daños causados a terceras personas por accidentes imputables a las mismas o a las personas de las que deben responder, como les daños propios de su actividad como Constructoras.

### 19.1 Aplicación de la Ley 32/2007 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción

1. Requisitos de solvencia y calidad empresarial que se van a exigir a las empresas subcontratistas:

Para que una empresa pueda intervenir en el proceso de subcontratación en esta obra, como subcontratista, deberá acreditar el cumplimiento de los requisitos contenidos en los arts. 4.1 y 4.2 a):

2. Disponer de infraestructura y medios adecuados para llevar a cabo la actividad y ejercer directamente la dirección de los trabajos (Art. 4.1).

3. Garantizar que todo el personal que preste servicios en las obras dispone de formación en materia de prevención de riesgos laborales (incluido el personal directivo) (Art. 4.2 a).

4. Disponer de una organización preventiva adecuada (Art. 4.2 a).

La acreditación de los requisitos contenidos en el art. 4.2 a) se hará en la forma que se señala en el art. 4.3, para el momento en el que ya se cuente con registro de empresas acreditadas a que se refiere el art. 6 de la Ley y su cumplimiento.

No obstante, hasta tanto no exista registro de empresas acreditadas, está vigente el deber de la contrata principal de vigilar el cumplimiento de dichas obligaciones por la subcontratista.

5. Inscripción en el Registro de empresas acreditadas.

La exigencia de inscribirse en un registro oficial, que alcanza a cada contrata y subcontratistas (arts. 4.2 b), 4.3 y 6) solo cabe a partir de su creación, y teniendo en cuenta, además, las previsiones sobre transitoriedad, que no será exigible hasta tanto hayan transcurrido 12 meses desde entrada en vigor del Reglamento 1109/2007, plazo que se entiende necesario para que las Comunidades Autónomas puedan poner en marcha dichos registros.

6. Cumplimiento de los límites en el régimen de subcontratación.

La aplicación del régimen de subcontratación previsto en el art. 5, con respecto a los límites que en el mismo se establece, afectará en todo su vigor a esta obra.

7. Acceso al libro de subcontratación.

El acceso al libro de subcontratación será exigible en la obra. Dicho acceso debe permitirse al promotor de la obra, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, el jefe de seguridad, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

8. Información a los representantes de los trabajadores sobre contrataciones y subcontrataciones.

La información a los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra, sobre las contrataciones y subcontrataciones llevadas a cabo en la misma también serán exigibles desde el inicio de la obra.

# 20. PLIEGO DE CONDICIONES

## 20.1 Pliego de condiciones particulares

### 20.1.1 Obligaciones del Contratista en materia de Seguridad y Salud

Además de las obligaciones atribuidas al contratista por la legislación vigente y lo establecido en los anteriores capítulos del presente Estudio, le corresponderán las que a continuación se indican.

Antes del día 15 de cada mes el representante del Contratista, o el Jefe de Obra, deberán remitir al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución certificación en la que figure:

Jornadas no trabajadas por los accidentes ocurridos en jornada de trabajo, durante el mes anterior.

Índice de frecuencia, Índice de incidencia, Índice de gravedad e Índice de accidentes mortales, correspondiente al mes anterior. Se aportarán los índices calculados de acuerdo con lo indicado en el apartado ÍNDICES DE SINIESTRALIDAD, del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Antes del día 15 de cada mes el representante del contratista, o el jefe de obra, deberán remitir al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución los siguientes documentos referidos al mes anterior:

Partes de Accidente de Trabajo

Relación de Accidentes de Trabajo Ocurridos sin Baja Médica

En ambos casos se entregarán al coordinador copia de los mismos documentos presentados ante la Entidad Gestora o Colaboradora con la que se tenga cubierta la protección de esta contingencia, tanto los cumplimentados por el empresario como por los trabajadores autónomos.

Facilitar, a las personas designadas por la Propiedad, el acceso a la documentación propia del contratista para verificar los datos entregados en función de lo exigido en los apartados anteriores.

En caso de accidente y con independencia de lo contemplado en el Plan de Seguridad y Salud:

Notificarlo verbalmente, de forma inmediata, al director de la Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, remitiéndoles a la mayor brevedad un sucinto informe sobre las circunstancias del accidente y datos de los accidentados.

Remisión al director de la Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, en el plazo de siete días desde que ocurrió el accidente del informe sobre el mismo, según modelo adjunto.

## 20.2 ÍNDICE DE SINIESTRALIDAD

Se proporciona a continuación la definición y forma de cálculo de los índices indicados en el apartado anterior, iguales a los empleados por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (MTYAS).

1. Índice de Frecuencia

Relaciona el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número de horas trabajadas en dicho período. Se calculará por la expresión:

$$If = \frac{\text{No. Total de Accidentes}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas}} \times 10^6$$

Representa el número de accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo, por cada millón de horas trabajadas por el colectivo expuesto al riesgo.

En su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Se tomarán como base los formularios que el contratista deberá elaborar en cumplimiento de lo establecido en el punto de Obligaciones del Contratista en Materia de Seguridad y Salud.

Sólo se contabilizarán las horas reales de trabajo, descartando, por consiguiente, permisos, vacaciones, bajas por enfermedad o accidentes, etc.

Se tendrá en cuenta todo el personal que trabaje en la obra, incluido el de los subcontratistas y también a los trabajadores autónomos.

Estarán referidos a accidentes con baja.

Se contabilizarán únicamente los accidentes ocurridos durante las horas de trabajo, por lo tanto, se excluirán los accidentes ocurridos en el trayecto de ida y vuelta al trabajo ("in itinere").

El número total de horas trabajadas se calculará como sumatorio de las horas efectuadas por trabajador y día trabajado, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, es decir, serán las horas realmente trabajadas por todo el personal de la obra.

Para el resto de casos especiales se estará tanto a lo dispuesto por el Director de la Obra como a los criterios fijados por el MTYAS.

2. Índice de Incidencia

Relaciona el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número medio de personas expuestas al riesgo considerado en dicho período.

Se calculará por la expresión:

$$Ii = \frac{\text{No. Total de Accidentes}}{\text{No. Medio de Personas Expuestas}} \times 10^3$$

Representa el número de accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo por cada mil personas expuestas.

En su cálculo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

Las anteriores enumeradas para la determinación del Índice de Frecuencia.

El denominador es la media de los trabajadores expuestos en el período considerado, que se calculará como media de las medias mensuales de trabajadores en el período. La media mensual de trabajadores se hallará en base al formulario de entrega de datos que el contratista cumplimentará, que será el cociente entre la suma de trabajadores diario durante todo el mes y el número de días trabajados en el mes.

3. Índice de Gravedad

Relaciona el número de jornadas perdidas por el accidente durante un período de tiempo y el total de horas trabajadas durante dicho período de tiempo.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$Ig = \frac{\text{No. Total de Jornadas perdidas por accidentes}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas}} \times 10^3$$

Representa el número de jornadas perdidas, por los accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo, por cada mil horas trabajadas.

En su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Las anteriormente enumeradas para la determinación del Índice de Frecuencia.

Para el cálculo de las jornadas perdidas se considerarán los días naturales de baja como diferencia de la fecha establecida en los partes de baja y alta médica.

Para los accidentes en los que, a la fecha de cierre de la estadística, no haya finalizado el proceso, es decir, no se haya "casado" el parte médico de baja con su correspondiente de alta se establecerá, a juicio del director de la Obra un número de jornadas perdidas para cada caso en esta situación, utilizando como base para esta estimación criterios semejantes a los del MTYAS.

En este índice no se considerarán las jornadas perdidas en caso de accidente mortal, salvo en el caso de que entre el accidente y la muerte transcurra más de un día, contabilizándose entonces las jornadas desde el accidente hasta que falleció.

4. Índice de frecuencia de accidentes mortales

Relaciona el número de accidentes mortales registrados en un período de tiempo y el número de horas trabajadas en dicho período.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$Ifm = \frac{\text{No. Total de Accidentes Mortales}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas}} \times 10^8$$

Representa el número de accidentes mortales ocurridos en jornada de trabajo por cada cien millones de horas trabajadas por el colectivo expuesto al riesgo.

El denominador es el mismo que el calculado en el Índice de Frecuencia.

5. Índice de Incidencia de accidentes mortales

Relaciona el número de accidentes mortales registrado en un período de tiempo y el número medio de personas expuestas al riesgo considerado.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$Iim = \frac{\text{No. Total de Accidentes Mortales}}{\text{No. Medio de Personas Expuestas}} \times 10^5$$

Representa el número de accidentes mortales en jornada de trabajo por cada cien mil personas expuestas.

El denominador es el mismo que el calculado en el Índice de Frecuencia.

6. Índices de Siniestralidad correspondientes a cada mes Mensualmente se calcularán los índices del mes, de la forma siguiente:

$$IF = \frac{\text{No. Total de Accidentes del Mes}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas en el Mes}} \times 10^6$$

$$IG = \frac{\text{No. Total de Jornadas Perdidas por los Accidentes del Mes}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas en el Mes}} \times 10^3$$

$$II = \frac{\text{No. Total de Accidentes del Mes}}{\text{No. Medio de Personas Expuestas en el Mes}} \times 10^3$$

$$IFM = \frac{\text{No. Total de Accidentes Mortales del Mes}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas en el Mes}} \times 10^8$$

$$IIM = \frac{\text{No. Total de Accidentes Mortales del Mes}}{\text{No. Medio de Personas Expuestas en el Mes}} \times 10^5$$

## 7. Índices de Siniestralidad a origen de obra

Mensualmente se calcularán los índices acumulados desde el comienzo de la obra:

$$IF = \frac{\text{No. Total de Accidentes a Origen de Obra}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas en el Mes a Origen de Obra}} \times 10^6$$

$$IG = \frac{\text{No. Total de Jornadas Perdidas por los Accidentes a Origen de Obra}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas a Origen de Obra}} \times 10^3$$

$$II = \frac{\text{No. Total de Accidentes a Origen de Obra}}{\text{No. Medio de Personas Expuestas a Origen de Obra}} \times 10^3$$

$$IFM = \frac{\text{No. Total de Accidentes Mortales a Origen de Obra}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas a Origen de Obra}} \times 10^8$$

$$IIM = \frac{\text{No. Total de Accidentes Mortales a Origen de Obra}}{\text{No. Medio de Personas Expuestas a Origen de Obra}} \times 10^5$$

## 20.3 PROTECCION MEDIAMBIENTAL

La influencia de las actividades de construcción sobre el medio ambiente es un factor de preocupación social, por lo que las Administraciones, Clientes Privados y opinión pública exigen cada vez más políticas respetuosas con el medio ambiente.

Por otra parte, el mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza, la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de sustancias o materiales peligrosos, la recogida de materiales peligrosos utilizados y el almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros son principios generales aplicables durante la ejecución de la obra y vienen recogidos en el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre (B.O.E. nº 256, de 25 de Octubre).

Para ser consecuentes con esta legislación, se habilitará en obra un recinto impermeabilizado, debidamente señalizado y perimetralmente vallado, en el que se ubicarán, entre otros:

1. Parque de maquinaria
2. Depósitos de combustibles
3. Productos químicos, inflamables, corrosivos, ...

La superficie estimada para el recinto es función del volumen de maquinaria y de los acopios que se instalen.

El cerramiento será definido en el Presupuesto del Estudio. Contará con iluminación suficiente y portón de acceso para personas y vehículos.

La superficie del terreno que se destine a tal fin será previamente explanada y los materiales resultantes de la explanación serán utilizados para formar un cordón perimetral que evite la entrada de las aguas de escorrentía dentro del recinto (excepto en la zona de accesos).

## 20.4 SEGUROS

Todo el personal, tanto directo, como subcontratado, así como los trabajadores autónomos estará dado de alta en la Seguridad Social, estando asimismo asegurados contra todo riesgo de accidentes laborales, teniendo actualizada toda su documentación.

## 20.5 LIBRO DE INCIDENCIAS

El artículo 13 del Real Decreto 1627/1997, así como el RD 1109/07, regulan las funciones de este documento.

Existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente.

El libro de incidencias se mantendrá siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas que intervienen en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las

Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en la normativa.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el supuesto casos de riesgo grave e inminente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

## 20.6 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ÁREAS AUXILIARES DE OBRA

Los trabajadores dispondrán de tantas instalaciones de higiene y bienestar como sea necesario. Para ello, se tendrán en cuenta el número de trabajadores máximos en obra en los momentos punta.

Cuando los trabajadores tengan que utilizar ropa especial de trabajo tendrán a su disposición vestuarios, los cuales serán de fácil acceso y con dimensiones suficientes para el número de trabajadores que los vayan a utilizar. Si fuese necesario también se dispondrá de duchas apropiadas y en número suficiente, provistos con asientos y taquillas individuales.

Siempre se utilizarán instalaciones adecuadas para el uso de cuartos de baño con agua corriente caliente y fría, y con retretes.

Igualmente, si fuese necesario se dispondrá de casetas habilitadas para el descanso de los trabajadores y otras como comedores, dotadas de mesas y sillas en número suficiente, calienta-comidas, piletas con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existentes en la obra. Habrá también un recipiente para recogida de basuras.

Se mantendrán siempre en perfecto estado de limpieza y conservación.

Cerramiento de obra

Valla de paneles enrejados galvanizados sobre soportes de hormigón Condiciones preventivas de los cuadros eléctricos

Los cuadros utilizados en la obra serán metálicos, dotados de su correspondiente puerta y cerradura con llave, según lo dispuesto en la norma UNE-2034.

Todas las carcasas de los cuadros deberán disponer de su correspondiente toma de tierra.

En el caso de encontrarse dos cuadros muy próximos, ambos deberán tener conectadas sus carcasas a una misma toma de tierra, evitando de esta forma la aparición de diferencias de potencial.

Si bien los cuadros eléctricos han de ser resistentes a la intemperie, deberán estar dotados de viseras protectoras para el agua.

Para colocar los cuadros eléctricos en la obra, se dispondrán colgados sobre paramentos verticales o sobre pies derechos correctamente nivelados y estabilizados.

Los elementos de conexión a los cuadros estarán normalizados para poder trabajar a la intemperie.

Para realizar labores de montaje o mantenimiento en los cuadros eléctricos, se utilizarán alfombrillas aislantes, a la vez que los correspondientes equipos de protección individual.

Deberá existir en el cuadro una inscripción que recuerde el peligro ante la presencia de "ELECTRICIDAD".

1. Cuadro general de obra Pmax= 180 Kw

Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 180 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x100 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A., relé diferencial reg. 0-1 A., 0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0.3 A., dos interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x160 A., y 10 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios.

2. Cuadro general de obra pmáx=360 kw

Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 360 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 120x100 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x800 A., relé diferencial reg. 0-1 A., 0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0.3 A., tres interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x160 A., y 10 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios.

3. Condiciones preventivas de las tomas de energía

Las clavijas utilizadas en la obra para el suministro de energía serán siempre macho-hembras.

Como medida de seguridad ante posibles contactos eléctricos directos, la tensión estará siempre en la clavija "hembra" y nunca en la "macho".

Las clavijas utilizadas estarán normalizadas y protegidas contra contactos eléctricos directos, siendo sustituidas cuando se detecte el más mínimo desperfecto en ellas.

Durante las labores de enchufe y desenchufe de las clavijas, se tirará de la misma, y nunca del cable evitando así la rotura de éste.

Cada clavija servirá para dar corriente a un elemento receptor de energía, bien sea una máquina, máquina-herramienta o cualquier otro aparato.

Todos los elementos metálicos, que en un momento dado puedan entrar en tensión por efecto de una derivación, deberán tener su correspondiente toma de tierra.

La toma de tierra anteriormente mencionada deberá encontrarse protegida mediante una funda en colores amarillo y verde.

Cuando existan cuadros eléctricos generales distintos, las tomas de tierra serán independientes eléctricamente.

En el caso de encontrarse en la obra máquinas-herramientas sin doble aislamiento, su toma de tierra se realizará a través del neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

El transformador general de la obra estará dotado de su correspondiente toma de tierra.

En el terreno donde se encuentra hincada la pica, se mejorará su conductividad vertiendo agua de forma periódica.

4. Toma de tierra general de la obra Especificación técnica.

Red de toma de tierra general de la obra formada por: 40-0,2 y cable desnudo de cobre de 0,5 mm de diámetro, presillas de conexión; Arqueta de fábrica de ladrillo hueco doble de 1,5 cm, para conexión, dotada de tapa de hormigón y tubo pasacables. Incluso parte proporcional de construcción, montaje, mantenimiento y demolición.

5. Toma de tierra para estructuras metálicas fijas Descripción del elemento.

Red de toma de tierra general de la obra formada por: pica y cable desnudo de cobre de 12 de diámetro, presillas de conexión; Arqueta de fábrica de ladrillo hueco doble de 30 x 30 cm, para conexión, dotada de tapa de hormigón y tubo pasacables, incluso parte proporcional de construcción, montaje, mantenimiento y demolición.

6. Condiciones preventivas para la instalación de alumbrado

Se dispondrá la iluminación suficiente para trabajar con seguridad. Al mismo tiempo, la iluminación artificial se colocará a una altura que permita llegar a todos los puntos en los que se esté trabajando.

Aquellos elementos que se coloquen para suministrar iluminación artificial se dispondrán perfectamente estabilizados sobre "pies derechos".

Las masas de receptores fijos de alumbrados se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (grado de protección recomendable I.P. 447), según lo establecido en el R.B.T.

La iluminación mediante portátiles se realizará con portalámparas estanco de seguridad, con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentados a 24 V en locales húmedos o mojados.

7. Condiciones preventivas durante el mantenimiento de la instalación eléctrica provisional

Nunca se permitirá realizar labores de mantenimiento en máquinas eléctricas sin comprobar previamente la desconexión de la misma de la red eléctrica.

El personal encargado del mantenimiento de la instalación será electricista en posesión del carné profesional correspondiente.

La maquinaria eléctrica será revisada por personal especialista en cada máquina.

8. Condiciones preventivas para la protección de los circuitos

Todos los elementos que se dispongan para la protección de los circuitos se dimensionarán minorándolos, es decir, no permitiendo que el elemento al que protegen llegue a la máxima carga admisible.

Toda la maquinaria eléctrica de la obra se protegerá usando diferenciales.

De igual forma, todas las líneas eléctricas se protegerán utilizando para ello disyuntores diferenciales. La sensibilidad de dichos diferenciales variará dependiendo del elemento que protejan:

9. 300 mA: Se utilizará generalmente para proteger la alimentación que reciben las máquinas. Para mejorar el nivel de protección, puede instalarse diferenciales de 30 mA de sensibilidad.

10. 30 mA: Se utilizará dicha sensibilidad en el caso de instalaciones portátiles de iluminación.

Todo el alumbrado portátil de la obra se alimentará mediante una tensión de seguridad que será de 24 V en caso de locales húmedos o mojados.

Todas las líneas que toman corriente de los cuadros de distribución, así como todas aquellas que alimentan máquinas, y todos aquellos elementos de funcionamiento eléctrico, deberán disponer de interruptores automáticos.

La instalación de alumbrado general que se utilizan en las casetas de obra estará dotada de interruptores automáticos magnetotérmicos.

11. Interruptor diferencial calibrado selectivo de 30 mA.

12. Especificación técnica.

Interruptor diferencial calibrado selectivo de 30 mA marca ##B08D#, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra, incluso parte proporcional de instalación y retirada.

Calidad: Nuevos, a estrenar.

13. Tipo de mecanismo.

Interruptor diferencial de 30 miliamperios comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; especialmente calibrado selectivo, ajustado para entrar en funcionamiento antes que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

14. Instalación.

En los cuadros secundarios de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

15. Mantenimiento.

Se revisará diariamente, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará que no han sido puenteados, en caso afirmativo, se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer los motivos que le llevaron a ella con el fin de eliminarlos.

16. Conexiones eléctricas de seguridad

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadotes estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

Interruptor diferencial de 30 ma

17. Especificación técnica.

Interruptor diferencial de 30 mA comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra o similar; instalado en el cuadro general eléctrico de la obra, en combinación con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

Calidad: Nuevos, a estrenar

18. Tipo de mecanismo.

Interruptor diferencial de 30 miliamperios comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; instalado en el cuadro general eléctrico de la obra, en combinación con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

19. Instalación.

En el cuadro general de obra, de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

20. Mantenimiento.

Se revisará diariamente, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o sus ayudantes, que no han sido puenteados, en caso afirmativo: se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer los motivos que le llevaron a ella con el fin de eliminarlos.

21. Conexiones eléctricas de seguridad.

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadotes estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

22. Interruptor diferencial de 300 ma Especificación técnica.

Interruptor diferencial de 300 mA marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra. incluso parte proporcional de instalación y retirada.

Calidad: Nuevos, a estrenar.

23. Descripción técnica.

Interruptor diferencial de 300 miliamperios comercializado, para la red de fuerza; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; especialmente calibrado selectivo, ajustado para entrar en funcionamiento antes que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

24. Instalación.

En los cuadros secundarios de conexión para fuerza.

25. Mantenimiento.

Se revisarán a diario antes del comienzo de los trabajos de la obra, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará que no han sido puenteados. En caso afirmativo, se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer las causas que le llevaron a ello, con el fin de eliminarlas.

26. Conexiones eléctricas de seguridad.

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadores estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

27. Condiciones preventivas de los interruptores

Las cajas de los interruptores deben tener la indicación que advierte de la presencia de electricidad mediante la frase "PELIGRO ELECTRICIDAD".

La colocación de las cajas de interruptores ha de garantizar una estabilidad en la misma, bien colocándola sobre "pies derechos" o bien colgándola sobre paramentos verticales.

Los interruptores se colocarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta con cerradura de seguridad.

28. Interruptores diferenciales

Cuando sea necesario suministrar fluido eléctrico a la obra mediante una instalación provisional eléctrica, se emplearán cuadros eléctricos con interruptor diferencial en la cabecera de cada línea de distribución. Dicho interruptor estará calibrado para la carga a soportar y tendrá sensibilidad igual a 30 mA para la distribución de alumbrado y 300 mA para fuerza.

29. Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica

En trabajos nocturnos y/o con poca visibilidad, para suministrar la intensidad de luz necesaria en obra, se emplearán focos de alumbrado portátiles que, o bien se alimentan a 24 V mediante transformadores de seguridad que garanticen la separación de circuitos, o bien tendrán doble aislamiento.

30. Especificación técnica.

Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica formados por: portalámparas estancos; rejilla contra los impactos; lámpara de 150 W gancho para cuelgue; mango de sujeción de material aislante; manguera antihumedad de 25 m de longitud. Toma corrientes por clavija estanca de intemperie.

31. Características técnicas.

Estarán formados por los siguientes elementos:

Portalámparas estancos con rejilla contra los impactos, con gancho para cuelgue y mango de sujeción de material aislante de la electricidad.

Manguera antihumedad de la longitud que se requiera para cada caso, evitando depositarla sobre el pavimento, siempre que ello sea posible.

Toma corrientes por clavija estanca de intemperie. Condición expresa de seguridad de obligado cumplimiento.

Se conectarán en los toma corrientes instalados en los cuadros eléctricos de distribución de zona.

Si el lugar de utilización es húmedo, la conexión eléctrica se efectuará a través de transformadores de seguridad a 24 voltios.

32. Responsabilidad.

Cada empresario que interviene en esta obra, será responsable directo de que todos los portátiles que use cumplan con estas normas, especialmente los utilizados por los trabajadores autónomos de la obra, fuere cual fuere su oficio o función y especialmente si el trabajo se realiza en zonas húmedas.

33. Transformadores

Cuando se requiera el empleo de transformadores para modificar la tensión de trabajo, serán de arrollamientos separados en los siguientes casos:

Transformación de baja tensión a pequeña tensión de seguridad. Transformadores con fines de protección para separación de circuitos.

Transformadores de una tensión usual a una tensión especial. Para transformaciones pasajeras, podrán realizarse por medio de auto-transformador.

Transformadores de baja a alta tensión.

Los transformadores estarán instalados de manera que sus elementos en tensión, si ésta es superior a 50 V, sean inaccesibles.

En general, los transformadores no se colocarán sobre elementos combustibles.

## 20.7 EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Para la extinción de incendios se generaliza el uso de extintores, cumpliendo la norma UNE 23 VO, aplicándose por extensión la norma NBE CPI-96.

El vigilante de prevención y/o delegado de Prevención debe estar informado de las zonas con peligro de incendio en la obra y de las medidas de protección disponibles en la misma, así como de los teléfonos de urgencia de los servicios públicos de extinción de incendios.

Los equipos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

1. Mantenimiento de los equipos de lucha contra incendios

Se realizará el mantenimiento de los equipos de lucha contra incendios siguiendo las recomendaciones del fabricante y concertando para ello la colaboración de una empresa especializada del Ministerio de Industria.

2. Ubicación de los extintores portátiles

Se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio (en especial transformadores, calderas, motores eléctricos y cuadros de maniobra y control), próximos a las salidas de los locales y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso. Se colocarán sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m del suelo, y siempre protegidos de daños físicos, químicos o atmosféricos.

3. Normas de seguridad para uso de los extintores de incendio

- Descolgar el extintor.
- Quitar el seguro que inmoviliza la maneta de disparo.
- Ponerse a sotavento.
- Accionar la maneta de disparo dirigiendo el chorro a la base de las llamas.
- O se extingue, dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

4. Extintor CO2 5 kg

Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 Kg. de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor.

5. Extintor polvo abc 12 kg

Extintor de polvo químico ABC POLIVALETE ANTIBRASA DE EFICACIA 43A/233B, de 12 Kg. de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110.

### 20.8 VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

1. Reconocimiento médico

Vigilancia de la salud: el Servicio de Prevención Ajeno que asume la especialidad de Medicina en el Trabajo es la Mutua de cada contrata

Reconocimiento médico por trabajador según protocolo médico establecido a la actividad desarrollada por el trabajador.

2. Botiquín de primeros auxilios

En la oficina de obra, así como en los lugares donde se haga preciso (y que cambian a lo largo de las diferentes fases de obra, asegurando siempre la Contrata su puesta a disposición para las curas de urgencia), se instalará un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; povidona yodada; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; analgésicos.

Local de primeros auxilios

En caso de encontrarse en el centro de trabajo más de 250 trabajadores será necesario un local de 1º auxilios con un D.U.E. al frente. Según RD 1627/1997, Parte A, art 14)

3. Reposición botiquín de primeros auxilios

En la medida en que se vaya gastando, se repondrá el material utilizado en cada botiquín.

4. Camilla portátil

Camilla portátil para evacuaciones, compuesta por dos barras metálicas de sujeción y lona de apoyo.

## 20.9 FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

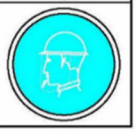
De conformidad con el artículo 18 de la ley de prevención de riesgos laborales, todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, formación e información de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran entrañar, junto con las medidas de seguridad que deben emplear.

## 20.10 INSTRUCCIONES GRÁFICAS

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

(REAL DECRETO 485/1997)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS OÍDOS | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| VÍA OBLIGATORIA PARA PEATONES | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| OBLIGACIÓN GENERAL, ACOMPAÑADA, SI PROCEDE, DE UNA SEÑAL ADICIONAL | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL CUERPO | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN INDIVIDUAL OBLIGATORIA CONTRA CAÍDAS | | BLANCO | AZUL | BLANCO | |
| PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CARA | | BLANCO | AZUL | BLANCO |  |

# SEÑALES DE PROHIBICIÓN

## (REAL DECRETO 485/1997)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| PROHIBIDO FUMAR | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |
| PROHIBIDO APAGAR CON AGUA | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |
| PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |
| AGUA NO POTABLE | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |
| PROHIBIDO A LOS VEHÍCULOS DE MANUTENCIÓN | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |
| ENTRADA PROHIBIDA A PERSONAS NO AUTORIZADAS | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |
| NO TOCAR | | NEGRO | ROJO | BLANCO | |

# SEÑALES DE ADVERTENCIA (I)

## (REAL DECRETO 485/1997)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RIESGO DE INCENDIO MATERIALES INFLAMABLES | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RIESGO DE RADIACCIÓN MATERIAL RADIACTIVO | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RIESGO DE INTOXICACIÓN SUSTANCIAS TOXICAS | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| RIESGO ELÉCTRICO | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| PELIGRO NO DETERMINADO |  | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RADIACIONES LÁSER | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| CARRETILLAS DE MANUTENCIÓN | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RIESGO DE CORROSIÓN SUSTANCIAS CORROSIVAS | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |

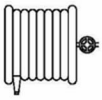
## SEÑALES DE ADVERTENCIA (II)

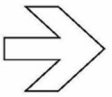
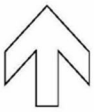
## (REAL DECRETO 485/1997)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| MATERIAS COMBURENTES | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RADIACIONES NO IONIZANTES | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| CAMPO MAGNÉTICO INTENSO | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RIESGO DE TROPEZAR | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| CAÍDA A DISTINTO NIVEL | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RIESGO BIOLÓGICO | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| RADIACIONES LÁSER | | NEGRO | AMARILLO | NEGRO | |
| MATERIAS NOCIVAS O IRRITANTES | | NEGRO | NARANJA | NEGRO | |

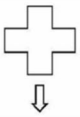
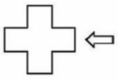
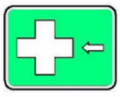
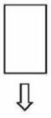
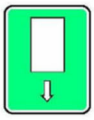
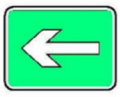
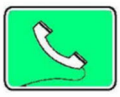
(REAL DECRETO 485/1997)

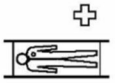
| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SIMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SIMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| TELEFONO PARA AVISO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS | | BLANCO | ROJO | BLANCO | |
| MANGUERA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS |  | BLANCO | ROJO | BLANCO | |
| ESCALERA DE MANO | | BLANCO | ROJO | BLANCO | |
| EXTINTOR | | BLANCO | ROJO | BLANCO | |

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SIMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SIMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| SEÑAL ADICIONAL A LAS ANTERIORES QUE INDICA DIRECCION A SEGUIR | | BLANCO | ROJO | BLANCO | |
| |  | BLANCO | ROJO | BLANCO | |
| | | BLANCO | ROJO | BLANCO | |
| |  | BLANCO | ROJO | BLANCO | |

# SEÑALES DE SALVAMENTO

## (REAL DECRETO 485/1997)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS | | BLANCO | VERDE | BLANCO | |
| UBICACIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS |  | BLANCO | VERDE | BLANCO | |
| DIRECCIÓN HACIA PRIMEROS AUXILIOS |  | BLANCO | VERDE | BLANCO |  |
| UBICACIÓN SALIDA DE SOCORRO |  | BLANCO | VERDE | BLANCO |  |
| DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCORRO | | BLANCO | VERDE | BLANCO | |
| DIRECCIÓN DE SOCORRO | | BLANCO | VERDE | BLANCO |  |
| TELEFONO DE SALVAMENTO | | BLANCO | VERDE | BLANCO |  |

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SÍMBOLO | COLORES | | | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DEL SÍMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE | |
| CAMILLA |  | BLANCO | VERDE | BLANCO | |
| DUCHA DE SEGURIDAD | | BLANCO | VERDE | BLANCO | |
| LAVADO DE LOS OJOS | | BLANCO | VERDE | BLANCO | |

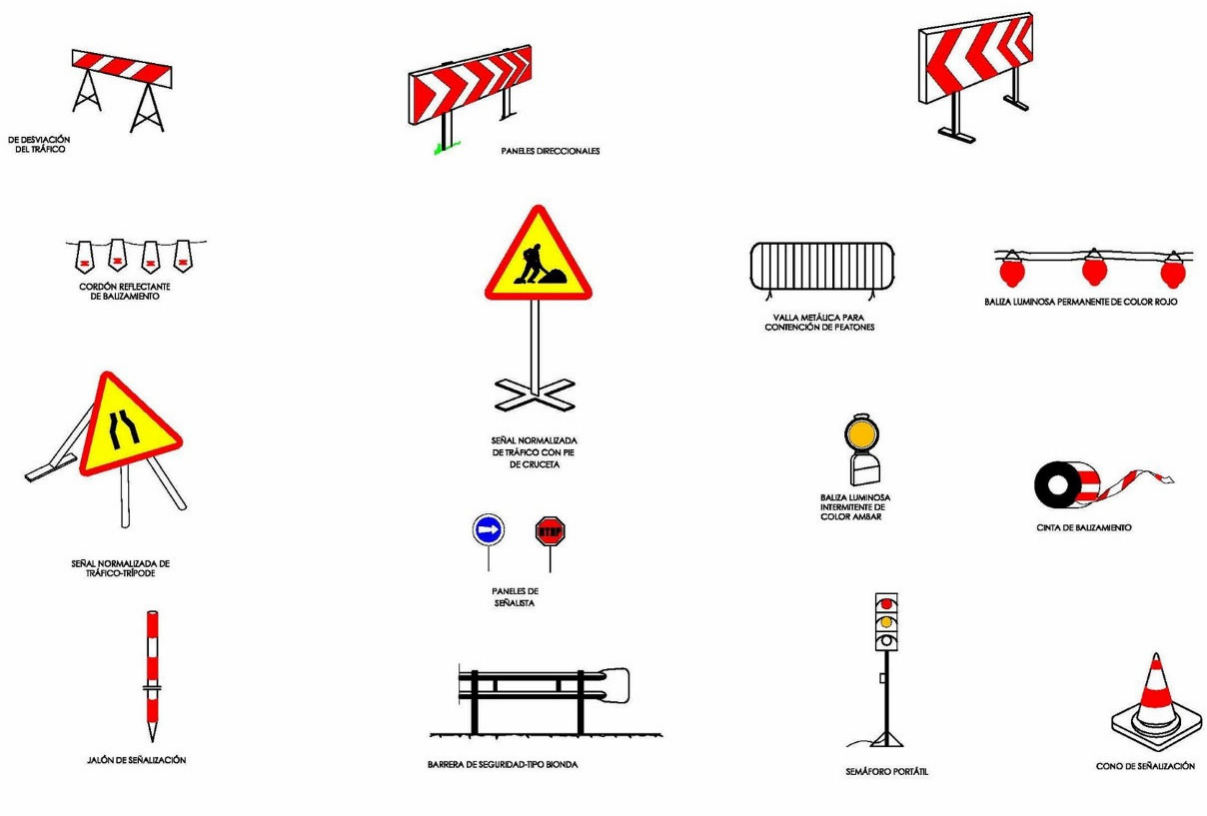
### TABLA QUE RELACIONA DISTANCIAS DE OBSERVACIÓN Y TAMAÑO DE LAS PLACAS

| DIMENSIÓN CARACTERISTICA EN MM. | DISTANCIA MÁXIMA DE OBSERVACIÓN SEGÚN LA FORMA DE LA SEÑAL (MM) | | |
|---|---|---|---|
| | △ | ○ | □ |
| 1.189 | 34.98 | 49.73 | 53.17 |
| 841 | 24.74 | 35.18 | 37.61 |
| 594 | 17.48 | 24.85 | 26.56 |
| 420 | 12.36 | 17.57 | 18.78 |
| 297 | 8.74 | 12.42 | 13.28 |
| 210 | 6.18 | 8.78 | 9.39 |
| 148 | 4.36 | 6.19 | 6.62 |
| 105 | 3.09 | 4.39 | 4.70 |

EN LA SEÑALIZACIÓN COMPLEMENTARIA DE RIESGO PERMANENTE SE DENOMINA DIMENSIÓN CARACTERÍSTICA AL LADO MAYOR, AL DIÁMETRO O LA DISTANCIA ENTRE BARRAS DE LAS PLACAS.

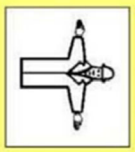
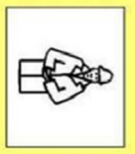
NOTA : NO ES VÁLIDA PARA SEÑALES DE SALVAMENTO, INDICACIÓN O ADICIONALES CON FORMATOS ALARGADOS.

# MEDIOS DE SEÑALIZACIÓN

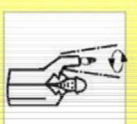


# GESTOS CODIFICADOS SEGÚN REAL DECRETO 485/1997

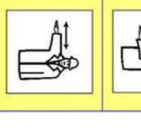
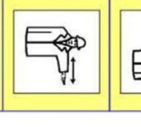
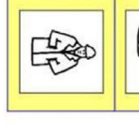
## A) GESTOS GENERALES

| SIGNIFICADO | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|---|---|---|
| **COMIENZO**<br>ATENCIÓN<br>TOMA DE MANDO. | LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS DE FORMA HORIZONTAL, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE. |  |
| **ALTO**<br>INTERRUPCIÓN<br>FIN DEL MOVIMIENTO | EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE. | |
| **FINAL**<br>DE LAS OPERACIONES | LAS DOS MANOS JUNTAS A LA ALTURA DEL PECHO. |  |

## B) MOVIMIENTOS VERTICALES

| SIGNIFICADO | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|---|---|---|
| **IZAR** | BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE. DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CÍRCULO. |  |
| **BAJAR** | BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ABAJO, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA EL INTERIOR. DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CÍRCULO. | |
| **DISTANCIA**<br>VERTICAL | LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA. | |

## C) MOVIMIENTOS HORIZONTALES

| SIGNIFICADO | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|---|---|---|
| **AVANZAR** | LOS DOS BRAZOS DOBLADOS, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL INTERIOR, LOS ANTEBRAZOS, SE MUEVEN LENTAMENTE HACIA EL CUERPO. | |
| **RETROCEDER** | LOS DOS BRAZOS DOBLADOS, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL EXTERIOR, LOS ANTEBRAZOS, SE MUEVEN LENTAMENTE ALEJÁNDOSE DEL CUERPO. | |
| HACIA LA **DERECHA.**<br>CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES | EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO EN HORIZONTAL, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ABAJO, HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCIÓN. |  |
| HACIA LA **IZQUIERDA.**<br>CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES | EL BRAZO IZQUIERDO EXTENDIDO EN HORIZONTAL, CON LA PALMA DE LA MANO IZQUIERDA HACIA ABAJO, HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCIÓN. |  |
| **DISTANCIA**<br>HORIZONTAL | LA SEPARACIÓN DE LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA. |  |

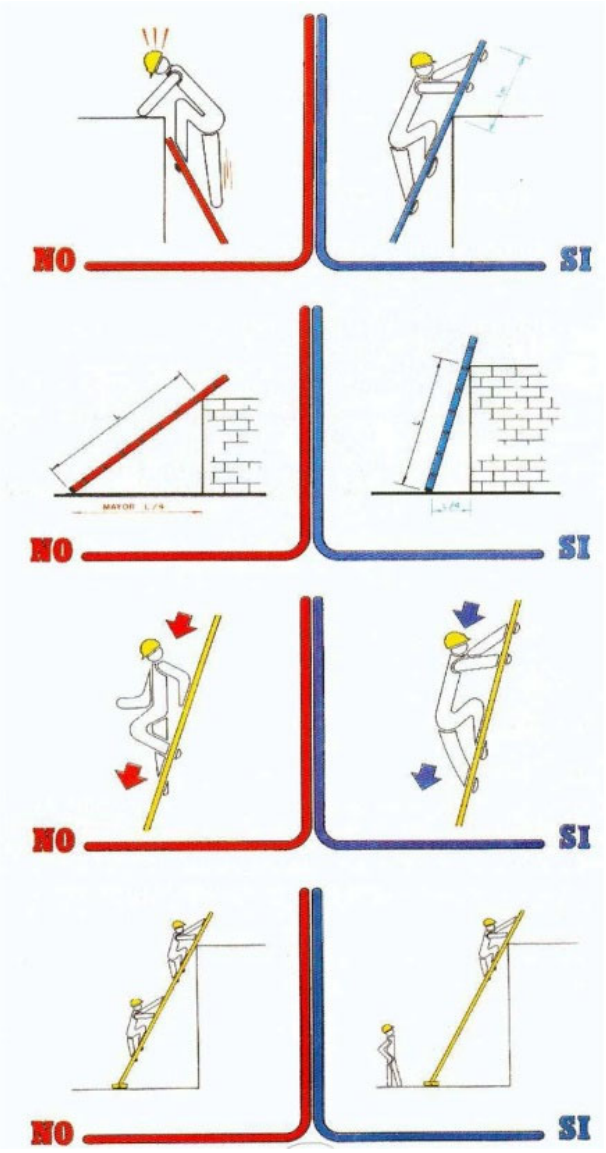
## D) PELIGRO

| SIGNIFICADO | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|---|---|---|
| PELIGRO<br>**ALTO**<br>PARADA DE EMERGENCIA | LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS HACIA ARRIBA, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE. | |
| **RÁPIDO** | LOS GESTOS CODIFICADOS, REFLEJADOS LOS MOVIMIENTOS, SE HACEN CON RAPIDEZ. | |
| **LENTO** | LOS GESTOS CODIFICADOS, REFLEJADOS LOS MOVIMIENTOS, SE HACEN MUY LENTAMENTE. | |

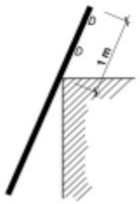
**CONSIDERACIÓN PREVIA**

ESTE CONJUNTO DE GESTOS NO IMPIDE QUE PUEDAN EMPLEARSE OTROS CÓDIGOS, PARTICULARMENTE EN DETERMINADOS SECTORES DE ACTIVIDAD, APLICABLES A NIVEL COMUNITARIO E INDICADORES DE IDÉNTICAS MANIOBRAS.

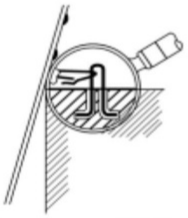
# ESCALERAS DE MANO (I)



INCLINACIÓN RECOMENDADA

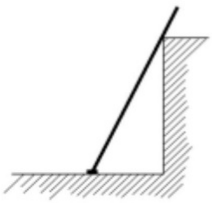



SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO

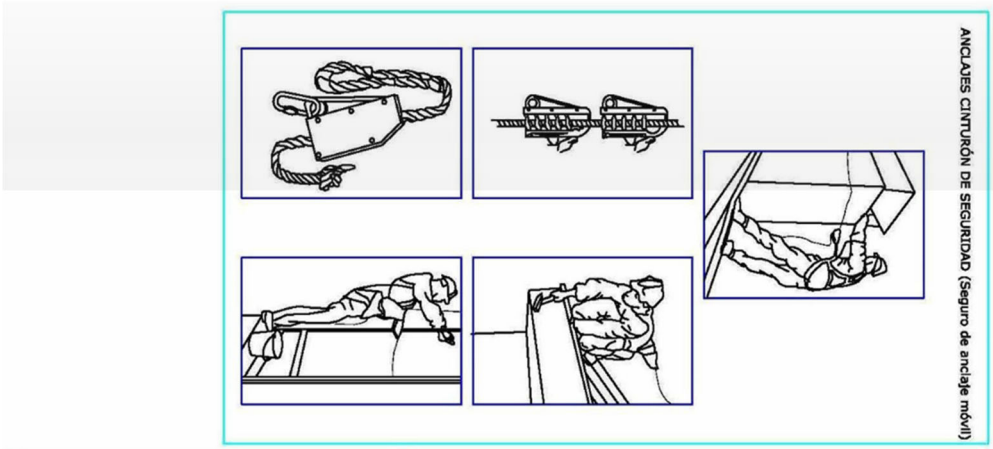
USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

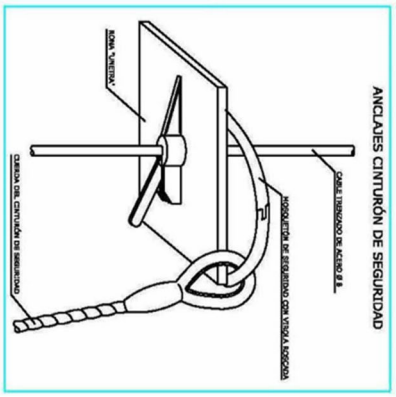


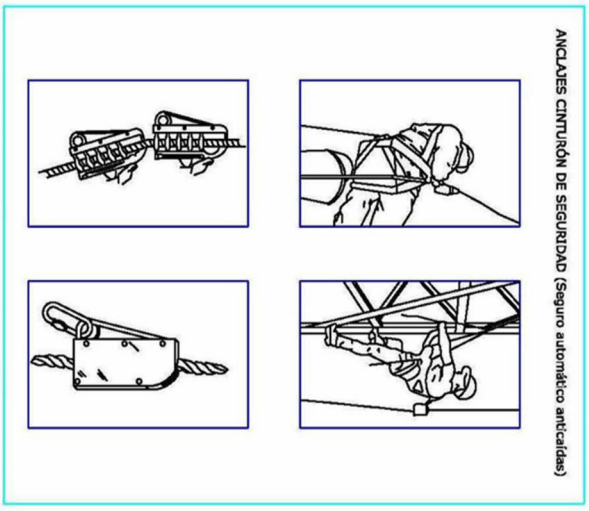
UN SOLO USUARIO A LA VEZ

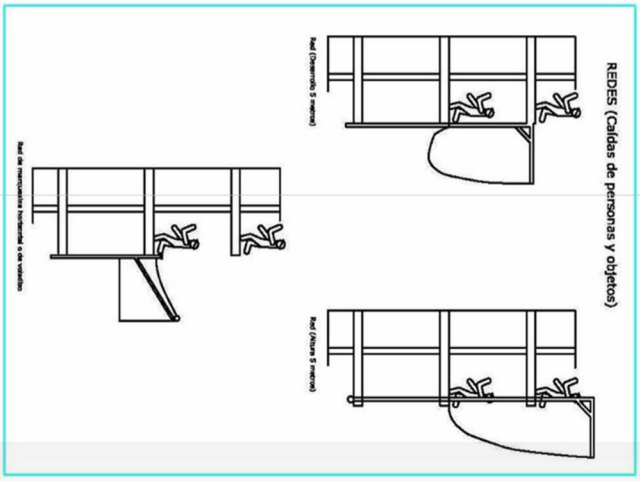
LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN DISPONER DE CUERDA O CADENA Y DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

# MEDIOS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN ALTURA

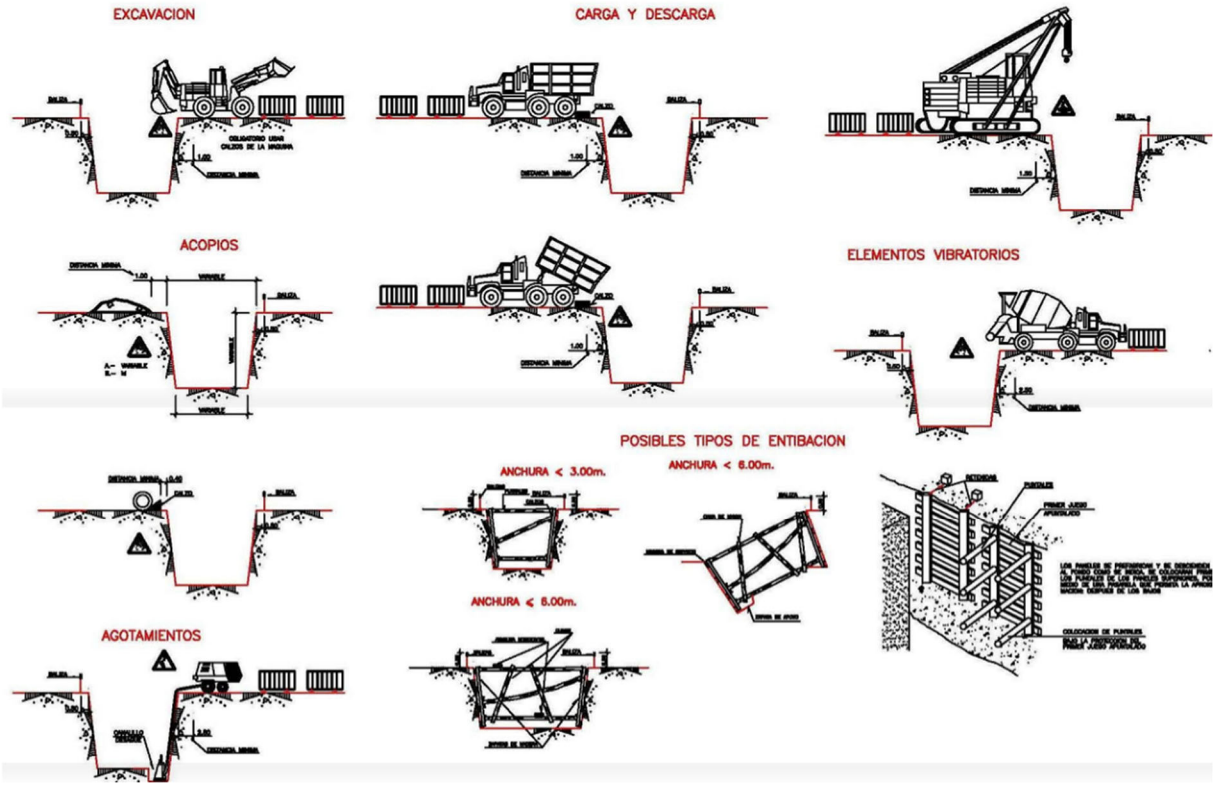


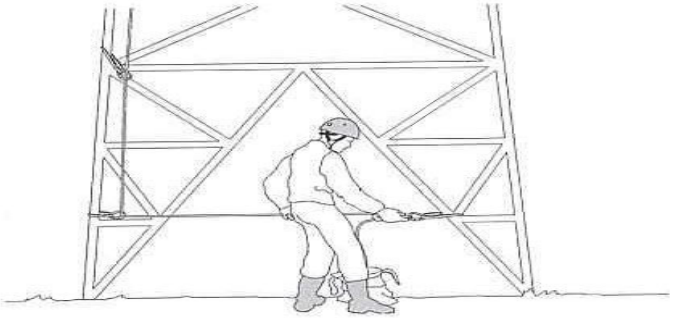



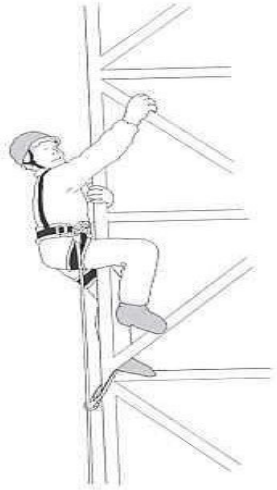



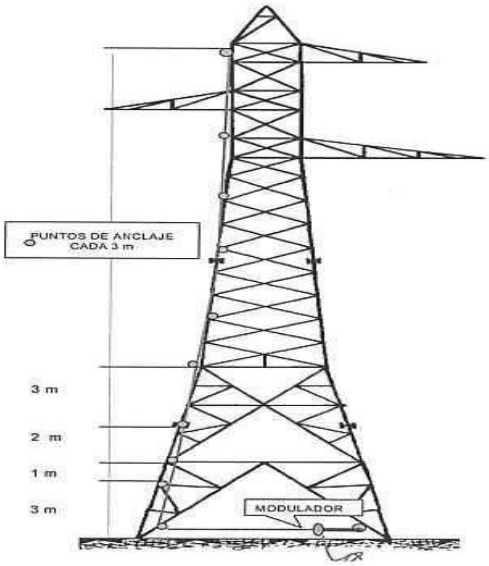
# PROTECCIÓN ZANJAS



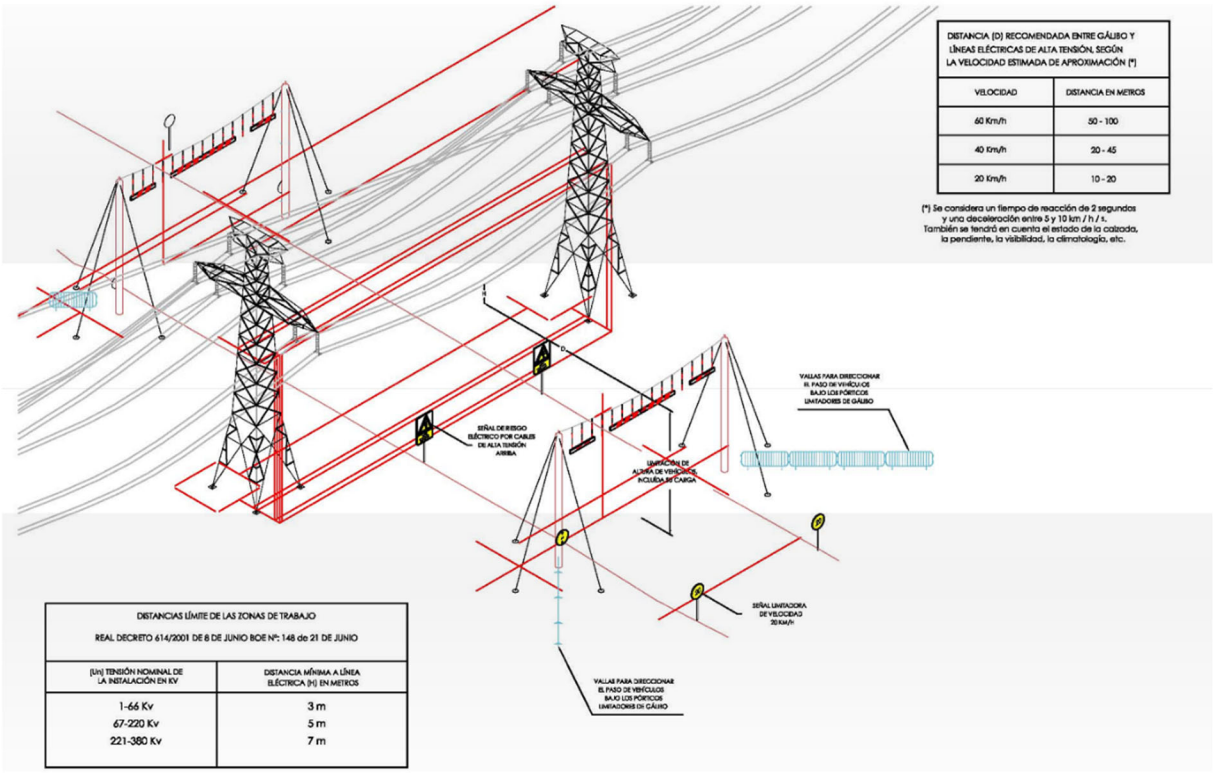
# TRABAJOS EN ALTURA



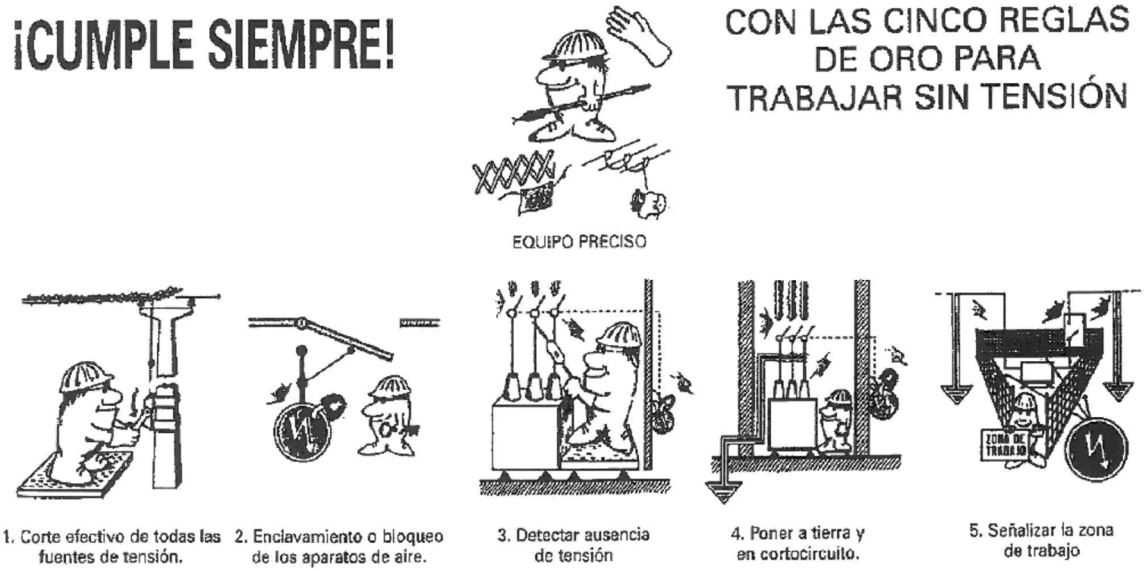




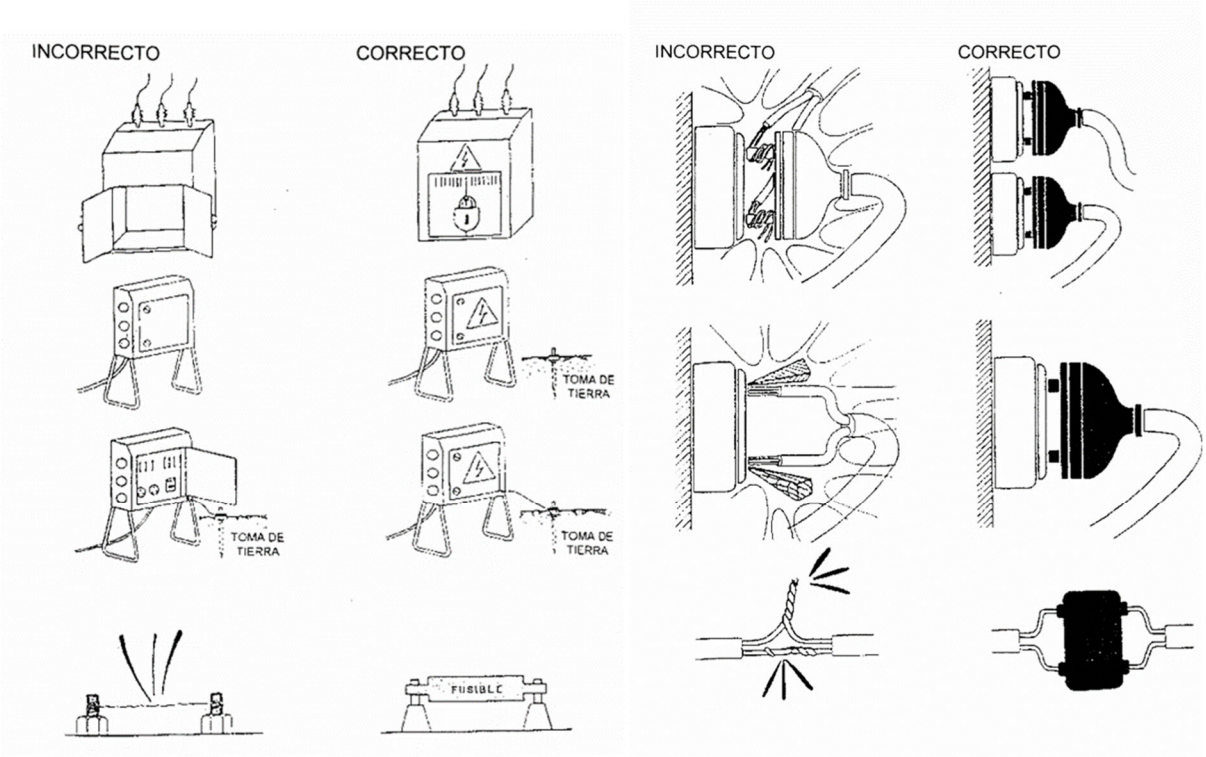
# PÓRTICO DE DELIMITACIÓN DE GÁLIBO BAJO LÍNEAS ELÉCTRICAS



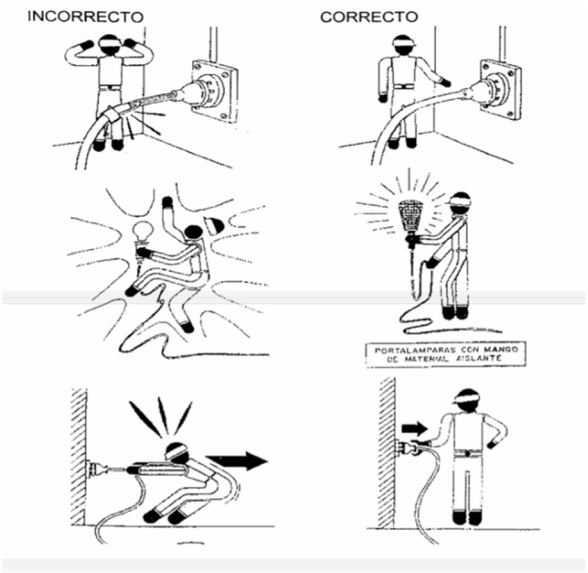
# CINCO REGLAS DE ORO

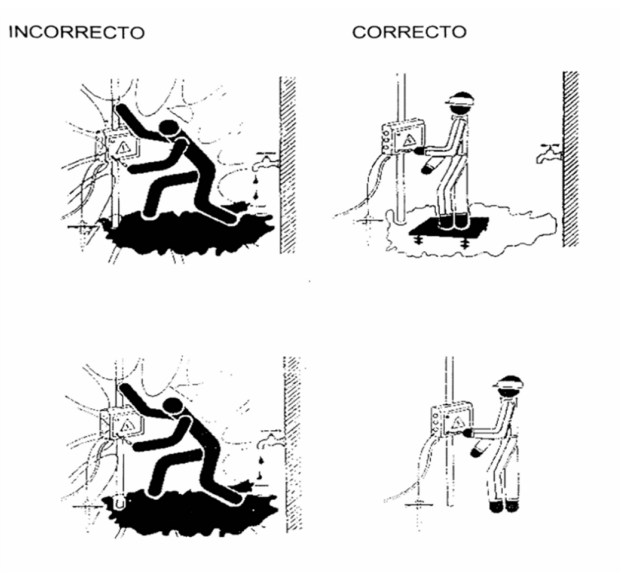


# RIESGOS ELÉCTRICOS (I)

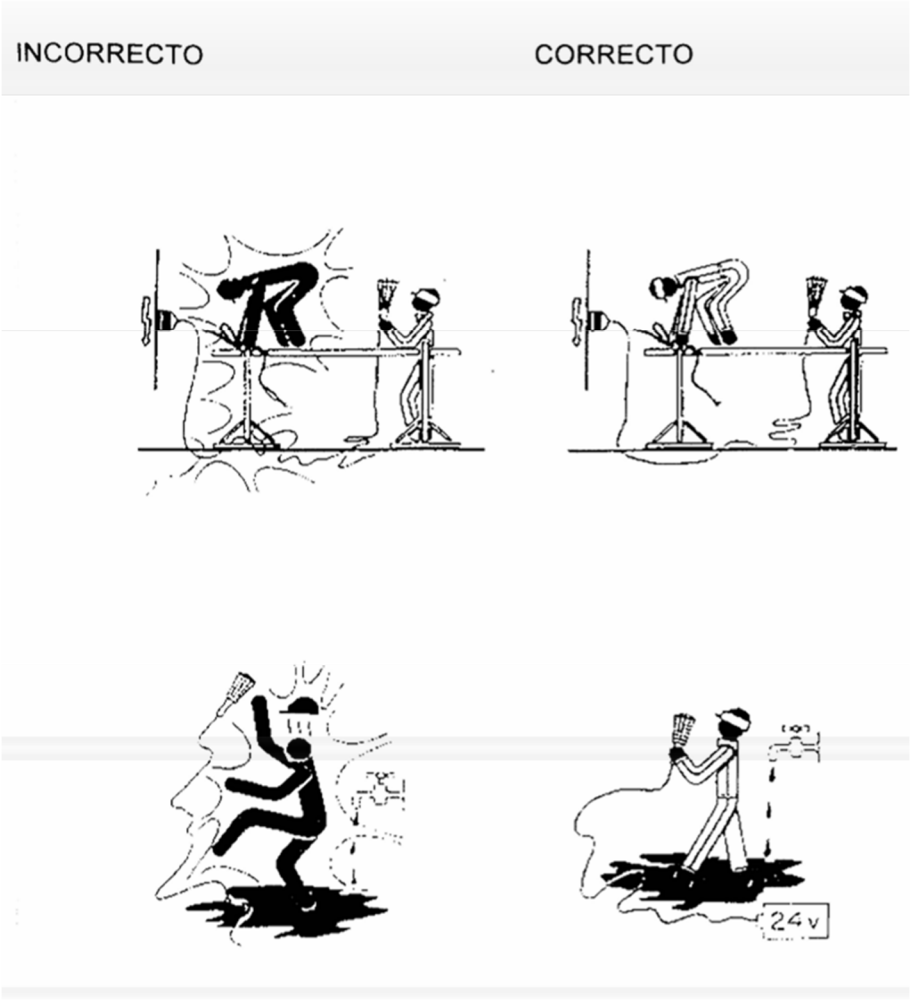


# RIESGOS ELÉCTRICOS (II)



# RIESGOS ELÉCTRICOS (III)



# 21. Presupuesto

| | | Unidad | Medición | Coste Unit. (€) | Importe (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **PROTECCION INDIVIDUAL** | | | | **2.119,08** |
| **1.1** | **UD CASCO DE SEGURIDAD HOMOLOGADO** | | | | **45,68** |
| 1.1.1 | Casco de seguridad homologado | uds | 8,00 | 5,71 | 45,68 |
| **1.2** | **UD PANTALLA CONTRA PARTICULAS** | | | | **39,68** |
| 1.2.1 | Pantalla para protección contra partículas, homologada | uds | 8,00 | 4,96 | 39,68 |
| **1.3** | **UD GAFAS CONTRA IMPACTOS** | | | | **76,72** |
| 1.3.1 | Gafas contra impactos, antipolvo, incoloras homologadas | uds | 8,00 | 9,59 | 76,72 |
| **1.4** | **UD GAFAS ANTIPOLVO** | | | | **57,92** |
| 1.4.1 | Gafas antipolvo, homologadas | uds | 8,00 | 7,24 | 57,92 |
| **1.5** | **UD MASCARILLA ANTIPOLVO** | | | | **57,44** |
| 1.5.1 | Mascarilla antipolvo doble filtro, homologada | uds | 8,00 | 7,18 | 57,44 |
| **1.6** | **UD FILTRO RECAMBIO MASCARILLA** | | | | **24,96** |
| 1.6.1 | Filtro recambio mascarilla, homologado | uds | 16,00 | 1,56 | 24,96 |
| **1.7** | **UD PROTECTORES AUDITIVOS** | | | | **89,92** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.7.1 | Protectores auditivos, antiruido tipo cascos ajustables, homologados | uds | 8,00 | 11,24 | 89,92 |
| **1.8** | **UD JUEGO TAPONES AUDITIVOS AUTO** | | | | **7,20** |
| 1.8.1 | Distribución de juego de tapones auditivos moldeables antirruido | uds | 16,00 | 0,45 | 7,20 |
| **1.9** | **UD ARNES - CINTURON SEGURIDAD** | | | | **448,00** |
| 1.9.1 | Cinturón de seguridad clase A (sujección), homologado | uds | 4,00 | 112,00 | 448,00 |
| **1.10** | **UD CINTURON ANTIVIBRATORIO** | | | | **102,88** |
| 1.10.1 | Cinturón antivibratorio, homologado | uds | 8,00 | 12,86 | 102,88 |
| **1.11** | **UD FAJA ELASTICA SOBRESFUERZOS** | | | | **82,96** |
| 1.11.1 | Faja elástica para protección de sobreesfuerzos, homologada | uds | 8,00 | 10,37 | 82,96 |
| **1.12** | **UD CINTURON PORTAHERRAMIENTAS** | | | | **39,68** |
| 1.12.1 | Cinturón portaherramientas, homologado | uds | 8,00 | 4,96 | 39,68 |
| **1.13** | **UD MONO DE TRABAJO** | | | | **100,96** |
| 1.13.1 | Mono de trabajo de poliester-algodon, homologado | uds | 8,00 | 12,62 | 100,96 |
| **1.14** | **UD TRAJE IMPERMEABLE (2 PIEZAS)** | | | | **58,16** |
| 1.14.1 | Impermeable de trabajo tipo PVC de dos piezas, homologado | uds | 8,00 | 7,27 | 58,16 |
| **1.15** | **UD GUANTES GOMA.** | | | | **13,20** |
| 1.15.1 | Par de guantes de goma | uds | 8,00 | 1,65 | 13,20 |
| **1.16** | **UD GUANTES USO GENERAL** | | | | **35,44** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.16.1 | Par de guantes de uso general de lona y serraje, contra riesgos mecanicos | uds | 8,00 | 4,43 | 35,44 |
| **1.17** | **UD GUANTES DIELÉCTRICOS** | | | | **111,04** |
| 1.17.1 | Par de guantes aislantes para protección contra contacto eléctrico, en tensión de hasta 10.000 V, certificado CE s/RD 773/1997 y 1407/1992 | uds | 2,00 | 55,52 | 111,04 |
| **1.18** | **UD BOTAS SEGURIDAD DE LONA** | | | | **149,04** |
| 1.18.1 | Par de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas, homologadas | uds | 8,00 | 18,63 | 149,04 |
| **1.19** | **UD BOTAS AISLANTES** | | | | **174,08** |
| 1.19.1 | Par de botas aislantes para electricista, homologadas | uds | 8,00 | 21,76 | 174,08 |
| **1.20** | **UD PAR BOTAS AGUA IMPERMEABLE** | | | | **170,24** |
| 1.20.1 | Par de botas de agua en PVC, con forro interior, cremallera y relive antideslizante en el talón, con una altura de 30 cm, resistentes a la proteccion del agua, homologadas | uds | 8,00 | 21,28 | 170,24 |
| **1.21** | **UD PAR BOTAS SEGURIDAD CUERO** | | | | **153,84** |
| 1.21.1 | Par de botas de seguridad de cuero, homologadas | uds | 8,00 | 19,23 | 153,84 |
| **1.22** | **UD CHALECO RELECTANTE** | | | | **62,24** |
| 1.22.1 | Chaleco reflectante de alta intensidad, para todos los operarios en cualquier tajo y en cualquier momento | uds | 8,00 | 7,78 | 62,24 |
| **1.23** | **UD GUANTES SOLDADOR ACOLCHADO** | | | | **8,88** |
| 1.23.1 | Distribución de guantes de soldador acolchado con puño de 20 cm | uds | 4,00 | 2,22 | 8,88 |
| **1.24** | **UD GUANTES SERRAJE** | | | | **8,92** |
| 1.24.1 | Distribución de par de guantes tipo americano de serraje superior | uds | 4,00 | 2,23 | 8,92 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **2** | **PROTECCIONES COLECTIVAS** | | | | **2.454,54** |
| **2.1** | **M2 ANDAMIO COMPL 0.8x2.00m AMORT 3** | | | | **949,20** |
| 2.1.1 | Montaje e instalación de cuerpo de andamio, parte proporcional no necesaria para la construccion pero conveniente por motivos unicamente por seguridad, completo de dimensiones 0.80x3.00x2.00 m. incluso parte proporcional de crucetas, niveles de husillo, abrazaderas giratorias, travesaños, marcos salva-voladizos, enganches y quitamiedos; amortización del conjunto en 3 años. (El precio esta calculado para una altura total de tres cuerpos de andamio.) | uds | 15,00 | 63,28 | 949,20 |
| **2.2** | **M BARANDILLA DE PROTECCION** | | | | **318,60** |
| 2.2.1 | Barandilla metalica de proteccion, destinada a impedir el paso a determinadas zonas de la obra (zanja, acopios) amortizables en tres obras | uds | 60,00 | 5,31 | 318,60 |
| **2.3** | **UD BALIZA INTERM GRAN DEST AMORT 2** | | | | **80,72** |
| 2.3.1 | Baliza intermitente con célula fotoeléctrica de gran destello, amortizable en 2 años | uds | 4,00 | 20,18 | 80,72 |
| **2.4** | **M CORDON BALIZAMIENTO REFLECTANTE** | | | | **34,20** |
| 2.4.1 | Cordon de balizamiento reflectante, incluso soportes totalmente instalado | uds | 180,00 | 0,19 | 34,20 |
| **2.5** | **H MANO DE OBRA EN MANTENIMIENTO** | | | | **283,32** |
| 2.5.1 | Mano de obra del personal empleado en mantenimiento y reposicion de protecciones | uds | 36,00 | 7,87 | 283,32 |
| **2.6** | **M2 MALLA PLASTICA** | | | | **231,60** |
| 2.6.1 | Distribución y colocación de malla plástica para protección en andamios de tipología fija, amortizable en un año | uds | 60,00 | 3,86 | 231,60 |
| **2.7** | **UD MENSULA PORTARED PROTEC AMORT2** | | | | **120,10** |
| 2.7.1 | Distribución y montaje de ménsula porta-redes para protección contra cascotes, amortizable en dos años | uds | 5,00 | 24,02 | 120,10 |
| **2.8** | **UD PICTOGR 148x297mm OPAC** | | | | **1,98** |

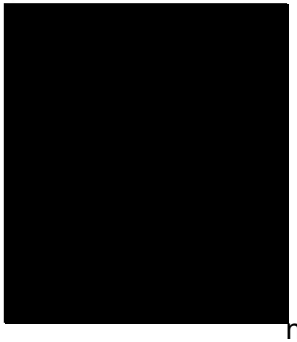
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.8.1 | Pictograma de señalización de dimensiones 148x297 mm. y de tipo opaco, para indicadores en zona de obras | uds | 1,00 | 1,98 | 1,98 |
| **2.9** | **UD RODAPIE DE 3.00 m AMORT 1** | | | | **292,50** |
| 2.9.1 | Distribución y colocación de rodapié de dimensión 3.00 m. para andamios de tipo general como elemento de protección en los andamios, amortizables en un año | uds | 15,00 | 19,50 | 292,50 |
| **2.10** | **UD SEÑAL DE TRAFICO FONDO AMARILLO** | | | | **34,86** |
| 2.10.1 | Señal provisional normalizada de trafico, incluso soporte o tripode, Color del fondo amarillo. Diversos modelos. Amortizable en tres obras | uds | 2,00 | 17,43 | 34,86 |
| **2.11** | **UD SEÑAL CIRCULAR ø 60 AMORT 2** | | | | **6,53** |
| 2.11.1 | Señal circular de diámetro 60 cm., amortizable en 2 años | uds | 1,00 | 6,53 | 6,53 |
| **2.12** | **UD SEÑAL TRIANG 70 CM. AMORT 2** | | | | **7,15** |
| 2.12.1 | Señal triangular de 70 cm. de lado, amortizable en 2 años | uds | 1,00 | 7,15 | 7,15 |
| **2.13** | **UD TOPES PARA CAMION EN MOV. TIERRA** | | | | **33,66** |
| 2.13.1 | Topes colocados en lugares de vertido de materiales, completamente colocados y anclados al terreno, instalados para indicar puntos de detencion del camion | uds | 2,00 | 16,83 | 33,66 |
| **2.14** | **UD VALLA NORMALIZADA DE DESVIO TRAF** | | | | **60,12** |
| 2.14.1 | Valla normalizada de desviacion de trafico, incluso soporte con poste y crucetas, amortizable en tres obras | uds | 4,00 | 15,03 | 60,12 |
| **3** | **EXTINCION DE INCENDIOS** | | | | **677,33** |
| **3.1** | **UD BOTAS EXTIN INCENDIO AMORT 3** | | | | **55,82** |
| 3.1.1 | Distribución de par de botas de cuero en tejido de nomex aluminizado para extinción de incendios, amortizable en tres años | uds | 2,00 | 27,91 | 55,82 |
| **3.2** | **UD EXTINTOR PARA CAMIONES** | | | | **59,02** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.2.1 | Extintor de polvo polivalente A B C, homologado. Destinado a ser portado en los camiones. Incluso mantenimiento y revisiones. Amortizable en dos obras | uds | 2,00 | 29,51 | 59,02 |
| **3.3** | **UD EXTINTOR PARA INSTALACIONES** | | | | **60,28** |
| 3.3.1 | Extintor de polvo polivalente A B C incluso soporte de pared, homologado. Destinado a estar en las instalaciones de obra del personal. Incluso mantenimiento y revisiones. Amortizable en dos obras | uds | 2,00 | 30,14 | 60,28 |
| **3.4** | **UD EXTINDOR (CARRO) 25 Kg POLVO ABC** | | | | **175,58** |
| 3.4.1 | Distribución y colocación de extintor con carro cargado, de 25 Kg. de polvo ABC | uds | 1,00 | 175,58 | 175,58 |
| **3.5** | **UD EXTINTOR (CARRO) 50 Kg POLVO ABC** | | | | **255,89** |
| 3.5.1 | Distribución y colocación de extintor con carro cargado, de 50 Kg. de polvo ABC | uds | 1,00 | 255,89 | 255,89 |
| **3.6** | **UD GUANTES GALUMINIZ IGNIF AMORTZ 3** | | | | **25,08** |
| 3.6.1 | Distribución de par de guantes aluminizados especiales para temperaturas altas (400-800°C), utilizable tanto para calor radiante como para grandes temperaturas ambientales. Compuesto por tejido de nomex aluminizado al vacío en el exterior, refuerzo de cuero especial en la palma protectora en la palma, forro interior de lana de nomex III, cosido con hilo resistente al desgarro y a las altas temperaturas, con todas las costuras aisladas del exterior, amortizable en tres años | uds | 2,00 | 12,54 | 25,08 |
| **3.7** | **UD POLAINAS EXTINC INCENDIO AMORT 2** | | | | **45,66** |
| 3.7.1 | Distribución de juego de polainas en tejido de nomex aluminizado para extinción de incendios, amortizable en dos usos | uds | 2,00 | 22,83 | 45,66 |
| **4** | **INSTALACIONES PARA PERSONAL** | | | | **4.466,42** |
| **4.1** | **UD ALQUILER INSTALACION DE OFICINA** | | | | **454,54** |
| 4.1.1 | Mes de alquiler de instalacion para oficina de obra, Aislada interiormente. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación electrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V. O acceso a una instalacion equivalente | uds | 2,00 | 227,27 | 454,54 |
| **4.2** | **UD INSTALACION COMEDOR.** | | | | **454,54** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.2.1 | Mes de instalacion equipada con mesa, bancos, radiadores e instalacion electrica y agua para comedor, o acceso a instalacion equivalente, en la obra | uds | 2,00 | 227,27 | 454,54 |
| **4.3** | **UD INSTALACION VESTUARIOS Y DUCHAS.** | | | | **454,54** |
| 4.3.1 | Mes de instalacion equipada con bancos, lavabo, ducha, inodoro, radiadores e instalacion electrica y agua para vestuario y ducha, o acceso a instalacion equivalente, en la obra | uds | 2,00 | 227,27 | 454,54 |
| **4.4** | **UD TAQUILLAS** | | | | **118,56** |
| 4.4.1 | Acceso a taquilla con llave, para uso exclusivo de un trabajador, instalada completamente, preferentemente en los vestuarios | uds | 8,00 | 14,82 | 118,56 |
| **4.5** | **MANO DE OBRA DE CONSERVACION** | | | | **808,50** |
| 4.5.1 | Mano de obra empleada en limpieza, conservacion y recogida de basuras en las diversas instalaciones higienicas del personal de la obra. Consideramos un peon una hora diaria | uds | 77,00 | 10,50 | 808,50 |
| **4.6** | **UD GRUPO ELECTROGENO** | | | | **1.847,74** |
| 4.6.1 | Mes de alquiler grupo electrógeno 30 kVA | uds | 2,00 | 923,87 | 1.847,74 |
| **4.7** | **ML ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA** | | | | **328,00** |
| 4.7.1 | Acometida provisional de electricidad a casetas de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4x6 mm2 de tensión nominal 750 V, incorporado conductor de tierra color verde-amarillo, fijada sobre apoyos intermedioscada 2,5 m, instalada según REBT y reglamentación de seguridad aplicable | uds | 40,00 | 8,20 | 328,00 |
| **5** | **MEDICINA PREVENTIVA Y P. AUXILIOS** | | | | **295,69** |
| **5.1** | **Ud BOTIQUIN DE OBRA.** | | | | **94,96** |
| 5.1.1 | Botiquín de obra instalado, con los contenidos minimos exigidos en el Pliego del Estudio de Seguridad y Salud, amortizable en tres obras | uds | 1,00 | 94,96 | 94,96 |
| **5.2** | **Ud REPOSICION DE BOTIQUIN.** | | | | **51,69** |
| 5.2.1 | Reposición de material de botiquín de obra, amortizable en dos obras | uds | 1,00 | 51,69 | 51,69 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **5.3** | **Ud RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGATORIO** | | | | **149,04** |
| 5.3.1 | Reconocimiento médico obligatorio, para los trabajadores al inicio de la obra y al ser contratados | uds | 8,00 | 18,63 | 149,04 |
| **6** | **FORMACION Y REUNIONES SEGURIDAD** | | | | **858,00** |
| **6.1** | **UD REUNION DE SEGURIDAD Y SALUD** | | | | **500,00** |
| 6.1.1 | Reunion con una periodicidad al menos mensual del jefe de la obra, de los responsables de seguridad del contratista, su servicio de prevencion, del coordinador en seguridad y salud de la obra y si extuvieran nombrados de alguno de los delegados de prevencion, para evaluar el estado de la obra en todos los aspectos relacionados con la Seguridad y la Salud de los trabajadores | uds | 2,00 | 250,00 | 500,00 |
| **6.2** | **H. FORMACION SEGURIDAD Y SALUD** | | | | **358,00** |
| 6.2.1 | Formación en medidas de seguridad y salud en el trabajo, considerando dos horas a la semana y realizada por un encargado con experiencia. Informacion a los trabajadores de los comportamientos seguros en la realizacion de los trabajos de cada tajo | uds | 20,00 | 17,90 | 358,00 |
| | **TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** | | | | **10.871,06 €** |

Sevilla, febrero de 2024



nrique Gutiérrez Calderón

niero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 06. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 06. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**1. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD ..... 5**
**1.1 Alcance del Pliego y descripción de las obras ..... 5**
**1.2 Plazo ..... 5**
**1.3 Periodo de Garantías de equipos e instalaciones ..... 5**
**1.4 Equipos principales ..... 5**
1.4.1 Inversores y Centro de transformación ..... 5
1.4.2 Sistema de control de planta ..... 5
**1.5 Zanjas de Media Tensión ..... 5**
1.5.1 Ejecución ..... 9
1.5.2 Pruebas ..... 14
**1.6 Conductores baja tensión ..... 14**
1.6.1 Materiales ..... 15
1.6.2 Ejecución ..... 15
1.6.3 Pruebas y ensayos ..... 17
**1.7 Canalizaciones para Cables ..... 17**
1.7.1 Generalidades ..... 17
1.7.2 Instalación ..... 20
1.7.3 Pruebas y ensayos ..... 23
**1.8 Cableado fibra óptica ..... 23**
1.8.1 Generalidades ..... 23
1.8.2 Pruebas ..... 25
**1.9 Red de Tierra ..... 26**
1.9.1 Generalidades ..... 26
1.9.2 Materiales ..... 26
1.9.3 Ejecución ..... 27
1.9.4 Pruebas y ensayos ..... 28
**1.10 Instalaciones de seguridad y vigilancia ..... 28**

1.10.1 Instalación de seguridad y vigilancia ..... 28

**2. OBRA CIVIL ..... 29**

**2.1 Alcance del Pliego y descripción de las obras ..... 29**

**2.2 Códigos y normas ..... 29**

**2.3 Condiciones que deben satisfacer los materiales ..... 31**

2.3.1 Excavación de la explanación y préstamos ..... 31
2.3.2 Excavación de rellenos y zanjas ..... 31
2.3.3 Capas granulares ..... 33
2.3.4 Riego de imprimación ..... 34
2.3.5 Mezclas bituminosas en caliente ..... 35
2.3.6 Fabricación del hormigón ..... 36
2.3.7 Encofrados ..... 36
2.3.8 Obras de hormigón armado ..... 37
2.3.9 Hormigonado con temperaturas extremas ..... 37
2.3.10 Agua para morteros y hormigones ..... 38
2.3.11 Áridos para morteros y hormigones ..... 39
2.3.12 Madera ..... 40
2.3.13 Acero corrugado ..... 41
2.3.14 Hormigones ..... 41
2.3.15 Limpieza de la obras ..... 43

**2.4 Ejecución de las obras ..... 44**

2.4.1 Implantación en obra ..... 44
2.4.2 Demoliciones ..... 45
2.4.3 Cimentaciones de hormigón armado para centros de transformación ..... 46

# 1. Instalación de Electricidad

## 1.1 Alcance del Pliego y descripción de las obras

Las instalaciones abarcadas por el alcance del documento son aquellas que se llevarán a cabo en el sistema de almacenamiento, abarcando principalmente las instalaciones eléctricas de media y baja tensión.

## 1.2 Plazo

Todas las instalaciones deberán entregarse en la fecha de finalización de obra según contrato, con todas las pruebas correspondientes. Todos los resultados de las pruebas realizadas deberán ser satisfactorios, a criterio de la dirección facultativa y fabricantes, sin que el periodo de las mismas y posteriores subsanaciones en caso de resultados negativos afecte a la fecha de entrega de los edificios según contrato.

## 1.3 Periodo de Garantías de equipos e instalaciones

La garantía y mantenimiento de los equipos instalados se ajustarán a los periodos de garantía establecidos en la normativa vigente.

## 1.4 Equipos principales

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará de forma que se mantenga la trazabilidad documental de los materiales, así como el control de calidad de los mismos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

El almacenamiento en obra de los elementos de la instalación se hará dentro de los respectivos embalajes originales y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

### 1.4.1 Inversores y Centro de transformación

Los inversores y los centros de transformación cumplirán en con el documento de especificación incluido en el proyecto.

### 1.4.2 Sistema de control de planta

El sistema de control de planta cumplirá con el documento de especificación incluido en el proyecto.

## 1.5 Zanjas de Media Tensión

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida de 1,25 m ó 1.15m, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

El tendido se efectúa en zanja, que se abrirá en el terreno por todo su recorrido, con una profundidad necesaria en cada caso para cumplir con Normativa.

El cable se tenderá directamente enterrado con protección mecánica y tubo en los cruces de viales y arroyos. Al tender el cable en la zanja se rodeará de arena en toda su longitud, además se colocarán cintas de señalización, teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm, y a la parte superior del cable 30 cm.

Los cruces de calzada irán bajo tubo corrugado reforzado, de color rojo, de 200 mm de diámetro, y se recubrirán con una capa de hormigón en masa de 0.30 m de altura.

En caso de preverse la presencia de instalaciones enterradas ya existentes, la apertura de la zanja se hará de forma manual, con las debidas precauciones y protecciones para evitar daños a esos servicios. La reparación, perdidas de servicio, otros daños y cualquier otro tipo de responsabilidad serán por parte de la empresa contratista.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

La preparación y protección de conducciones eléctricas estará formada por: la cama de arena de asiento para los circuitos eléctricos, así como los tubos de polietileno corrugado bicapa. En zanjas de terreno se dispondrán los cables y tubos con una cubrición de arena de rio lavada sobre la cual se colocarán placas de protección normalizadas.

En el caso de cruces la zanja será entubada con tubos de polietileno doble capa instalados y quedará cubierto de hormigón tipo H-125 o superior.

El resto de la zanja se rellenará con tierra compactada en tongadas de 300 ó 250 mm. Dependiendo de la superficie a reponer (terrizo, vial, calzada...) las últimas capas podrán variar.

Los materiales para las zanjas serán:

- Arena para recubrimiento: Serán del tipo silíceas y con la humedad necesaria para su compactación, que deberá alcanzar el noventa por ciento (90%) Proctor; su composición granulométrica será, en proporción en peso: granos gruesos, entre 2 y 5 mm, el 50%; granos medios, entre 0,5 y 2 mm, el 25%, y el resto, granos finos. Las arenas deberán estar limpias de sustancias terrosas o extrañas, así como de piedras de bordes cortantes u otros cuerpos que puedan perjudicar a los cables.
- Cinta de señalización de cables enterrados: Será de polietileno de 15 cm. ± 0,5 de ancho y 0,1 mm. ± 0,01 de espesor. Será opaca, de color amarillo naranja vivo B532 según UNE 48103 y llevará una impresión indeleble a tinta negra que diga "Atención Debajo hay cables eléctricos". La cinta tendrá una resistencia a la tracción mínima de 100 Kg/cm² longitudinalmente y 80 Kg/cm² transversalmente.
- Tubos de PEAD: Fabricada en polietileno de alta densidad, estará compuesto de doble capa, la exterior corrugada y de color rojo, y la interior lisa, siendo en su conjunto rígido

e inalterable a una extensa gama de productos químicos. Posee gran flexibilidad y elasticidad para absorber posibles asentamientos del terreno. La unión se realiza mediante bocas enchufables hembra-hembra. Posee una gran resistencia al aplastamiento, como 5 veces la presión nominal de trabajo.

- Placas de protección mecánica: Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para el caso de los cables instalados directamente enterrados, se colocará una placa de protección de polietileno libre de halógenos conforme a la recomendación UNESA RU0206B. esta placa tendrá una resistencia a sales inorgánicas, sustancias causticas y ácidos minerales. La dureza de la placa será conforme a la norma DIN 53505 y será de color amarillo con la leyenda impresa en color negro, incluirá el marcado con triangulo de riesgo eléctrico todo ello de forma indeleble.

En los cruces la protección mecánica la proporcionará el recubrimiento de hormigón tipo H-125 en todo su recorrido del cruce.

En el caso de que cruces de viales y elementos especiales, la zanja se canalizará y se realizará bajo tubo de polietileno de alta densidad corrugado bicapa. El suministro de tubos y accesorios se efectuará en dimensiones comerciales.

El corte y roscado del tubo a la medida especificada se hará de forma que los bordes libres de los tubos queden redondeados y exentos de aristas. Para ello se emplearán herramientas apropiadas y se efectuará un mandrilado con mandril de sección igual al 80 % de la sección interior de los tubos.

Durante el montaje de los tubos en general se tomarán las precauciones necesarias para evitar que entren en las mismas aguas, polvo o cualquier tipo de suciedad, agentes contaminantes, etc. Además, una vez terminado el montaje y en tanto no se pasen los cables a través de los tubos, los extremos de los mismos se cerrarán con tapas estancas.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Las curvas a practicar en los tubos serán continuas (radio constante) y no originarán en los mismos aplastamientos o reducciones de sección interior útil que representen más de un 2% de dicha sección en los tubos de diámetro superior a 3", ni más de 1% en los tubos de diámetro igual o inferior a 3". A este respecto, el Contratista deberá prever la utilización de herramientas y plantillas adecuadas, tanto si el curvado se realiza en frío, como en caliente.

Se fijarán los radios de curvatura del tubo de acuerdo con el criterio que resulte más exigente de los que a continuación se indican:

- Radio mínimo, según las especificaciones del fabricante del cable.

- Radio mínimo admisible, según las especificaciones del fabricante del tubo, en el caso de que este vaya provisto de aislamiento interior.

Los tubos serán identificados con etiquetas marcadas de forma indeleble, las cuales se colocarán:

- En los extremos, junto a los puntos de entrada de equipos y en los registros.
- A ambos lados de cualquier penetración.

Los tubos dispondrán de ensamblamientos que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. A pesar de ello, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.

Al construir la canalización con tubos se dejará un alambre en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para limpieza y tendido. La limpieza consiste en pasar por el interior de los tubos un cilindro de diámetro ligeramente inferior a ellos, con el propósito de eliminar las filtraciones que pudieran haber penetrado por las juntas, y posteriormente, de forma similar, pasar un escobillón de arpillera, trapo, etc. para barrer los posibles residuos.

Todos los conductores empleados en las instalaciones de 18/30 KV serán de marcas con red de distribución en España y con más de 10 años en el mercado español. Los cables que se instalarán son del tipo aislamiento seco, campo radial, apantallados, construidos para una tensión de 18/30 kV. Los cables instalados deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

Los conductores serán de cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.

La designación de los cables de tensiones nominales entre 1 y 36 kV se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.123. Las siglas de la designación indicarán las siguientes características:

- Tipo constructivo
- Tensión nominal del cable en kV
- Indicará los valores de Uo y U en la forma Uo/U expresado en kV, siendo:
- Uo = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.
- U = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema de cables unipolares.

No se admitirán cables que presenten desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen. No se permitirá el empleo de materiales de procedencia distintas en el mismo circuito.

Las líneas estarán constituidas por tres conductores unipolares de sección adecuada de aluminio de la serie para 18/30 kV, con aislamiento de polietileno reticulado y pantalla. En ejecución subterránea bajo zanja adecuada y señalizada y los entronques y empalmes en las líneas de la infraestructura existente serán del tipo termorretráctiles.

Para la determinación del conductor se han tenido en cuenta tres consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
- Intensidad máxima admisible por el cortocircuito durante un tiempo limitado.
- Caída de tensión máxima (0.5%).

La energía en media tensión dentro de la planta hasta la subestación se transmitirá en corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia y una tensión compuesta de 15 kV. Por ser alta tensión igual o inferior a 15 kV, queda clasificada esta línea como de tercera categoría, según Art. 3, del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial 3.5 mm, como mínimo, adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las pantallas de cobre de los conductores se conectarán a tierra a través de los sistemas generales de puesta a tierra de los Centros de Transformación. Los conductores llevarán en su conexión en los Centros de Transformación, cajas terminales para cable seco y servicio interior, con aislamiento para 18/30 kV, unipolares.

### 1.5.1 Ejecución

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina. Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada. Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

El Contratista estará obligado a la elaboración de un documento (sabanas de tendido) en el que quedarán reflejados todos los cables a tender, haciendo constar para cada uno de ellos, como mínimo, la siguiente información:

- Número de identificación.
- Tipo y composición.
- Longitud prevista.
- Equipos de origen y destino.
- Ruteado de cables.

La información contenida en el documento citado en el párrafo anterior se pasará a fichas individuales (una por cada cable), denominadas "fichas de tendido", en las que se reservará espacio para los aspectos más significativos del tendido y conexionado, tales como:

- Longitud exacta utilizada.
- Resistencia de aislamiento medida después de tendido.
- Nº de regleta y borna de ambos extremos, a efectos de determinar el corte del cable correspondiente en cada caso.

En ningún caso, excepto en los considerados excepcionales que se indican en el párrafo siguiente, se permitirán empalmes de cables, es decir, las conexiones se realizarán cortando trozos de longitud suficiente para evitar empalmes intermedios entre las mismas.

Como casos excepcionales, en los que los empalmes se habrán de efectuar utilizando manguitos termorretráctiles, se considerarán los siguientes:

- Conexión intermedia diseñada por proyecto.
- Imposibilidad de ejecución sin conexión intermedia.

El tendido se llevará a cabo de forma que no se produzcan daños en el cable, bien por roces con la propia canalización o por excesiva tensión del mismo, para lo cual se deberán tomar, al menos, las siguientes precauciones:

Los extremos de los conductos de cualquier tipo por donde haya de pasar el cable se protegerán con terminales adecuados. Para facilitar el paso de los cables a través de los conductos no se emplearán grasas ni materiales que puedan perjudicar el aislamiento de los mismos. El tiro del cable se hará con malla metálica, sin sobrepasar el esfuerzo máximo de tracción admitido en cada caso por el fabricante del cable.

La longitud del cable a dejar por cada extremo para su conexión al equipo será, en general, de vez y media el recorrido interior de un hilo desde dicho extremo hasta el punto de conexión más alejado del equipo al que vaya destinado el cable.

El extremo final del cable, antes de su pelado, deberá entrar libremente al equipo a través de prensa estanco o perfil de sujeción apropiado.

Las etiquetas con el número de identificación o designación de los cables se colocarán en los extremos de los mismos, a la entrada de los equipos o componentes conectados. Adicionalmente, cada 15 metros de tendido, se marcarán los cables con el número de identificación, a fin de facilitar el seguimiento de los mismos.

Antes de proceder al conexionado definitivo de los cables a sus equipos, el Contratista llevará a cabo las siguientes operaciones y comprobaciones:

- Proceder al pelado de los hilos, para lo que se emplearán herramientas adecuadas con el fin de no deteriorar el hilo ni su aislamiento.
- Efectuar una comprobación al 100% de la continuidad eléctrica entre los extremos de cada uno de los hilos que se pretendan conectar. Esta comprobación se realizará con el circuito abierto, alimentado con una batería c.c. y utilizando un aparato luminoso-acústico.
- Realizar, asimismo, una comprobación al 100% del aislamiento entre conductores y entre cada uno de ellos con tierra.

Para la medida de la resistencia de aislamiento se utilizará un Megger capaz de proporcionar una tensión continua en vacío comprendida entre 500 y 1.000 voltios, para circuitos de baja tensión y de 2.500 a 5.000 voltios, para circuitos de alta tensión.

El valor de la resistencia de aislamiento, medida en ohmios, se considerará aceptable cuando supere el valor mínimo de 250.000 ohmios la cantidad que se obtenga al multiplicar por 1.000 la tensión máxima de servicio, expresada en voltios.

Para la conexión de los diferentes hilos, se empleará una herramienta de engaste que garantice el control de la presión sobre el terminal. Será obligatorio por parte del Contratista, utilizar terminales para las conexiones a realizar en armarios eléctricos y paneles. En general,

serán del tipo de presión preaislado de punta u ojal, según exija el punto donde vaya conectado.

La conexión de los cables de alta tensión se hará siguiendo las instrucciones del fabricante de los mismos.

Paralelamente a la ejecución del conexionado, se llevará a cabo el etiquetado del cable, así como de los hilos que lo compongan, ajustándose a los siguientes requisitos:

- La etiqueta del cable se colocará en el punto de interrupción de la cubierta exterior.
- La etiqueta del cable llevará marcado con tinta indeleble su número de identificación y composición.
- Dichas etiquetas consistirán en un manguito termorretráctil. El material empleado en su fabricación contará con la aprobación de la dirección de obra.
- La etiqueta del hilo se colocará inmediatamente antes de su conexión a las regletas de origen y destino.
- La etiqueta del hilo llevará marcado con tinta indeleble el número de identificación del cable al que pertenezca y la borna de conexión de origen y destino.
- Dichas etiquetas consistirán en un manguito tipo omega. o termorretráctil. Simultáneamente con el conexionado, se realizarán "in situ" las operaciones de taladrado, enhebrado del cable y apriete de la prensa que deban llevarse a cabo para asegurar la estanqueidad del paso del cable o el grapado en perfiles normalizados que aseguren su firmeza.
- Previo al tendido de los cables por el interior de los tubos, se procederá a la limpieza interior de los mismos utilizando para ello un disco-gálibo.
- Todos los cables que discurran por la misma tubería serán tendidos al mismo tiempo, formando un mazo para facilitar el tendido y, con el fin de facilitar la realización de futuros tendidos, se dejará introducido en la tubería un alambre guía en acero inoxidable de 3 milímetros de diámetro.
- Se utilizarán los dispositivos de limitación de tensión de tendido para no dañar los componentes del cable.
- Se identificarán los cables a la entrada y salida de los tubos.

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina. La base de los gatos será

suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación. Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable. Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección. Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina se colocará un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

### 1.5.2 Pruebas

Los ensayos de tracción se realizarán mediante una probeta de cuatrocientos (400) mm. de longitud y una separación entre mordaza de sujeción de trescientos (300) mm. El tiempo de duración del ensayo estará comprendido entre cero cinco (0,5) y dos (2) minutos. La resistencia a la tracción conseguida expresada en Kgs/mm² satisfará a los valores indicados en las tablas del apartado 4.13. de la Norma UNE-EN 60889:1997.

El ensayo de torsión se hará sobre una longitud útil de probeta de doscientos (200) m manteniendo fijo uno de los extremos mientras que la otra gira con una velocidad uniforme de una (1) r.p.m. sometido a la vez a una tracción de un (1) Kg/mm² sin pasar de cinco (5) Kg.

El ensayo de plegado se efectuará doblando el alambre sobre mordazas de diez (10) mm. ø, hasta un diámetro de alambre dos con cinco (2,5) mm., a partir del cual la mordaza tendrá veinte (20) mm. ø.

Las condiciones que debe cumplir en los dos anteriores ensayos se especifican en la tabla mencionada UNE-EN 60889:1997.

Los ensayos eléctricos de resistividad y conductividad se detallan en dicha Norma UNE.

## 1.6 Conductores baja tensión

En este apartado se incluyen los conductores rígidos y flexibles para transporte de energía eléctrica, para tensiones nominales de hasta 1.000 V en alterna y 1800 V en corriente continua, construidos en cobre o aluminio.

Para el cableado de continua del almacenamiento se permite una máxima caída de tensión total de 2%, y una media de 1,5% entre los contenedores, el convertidor DC/DC y los inversores.

Los conductores serán en general unipolares y se distinguirán por los colores normalizados.

La sección de los conductores se dimensionará de acuerdo con el REBT. Independientemente de los resultados del cálculo mencionado anteriormente, en ningún caso se instalarán secciones inferiores a:

- Auxiliar de baja tensión 2,5 mm2.
- String al inversor 6mm2
- Media tensión 300mm2

La sección de los conductores se determinará en base a la intensidad máxima admisible y a la máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y los puntos de utilización, de acuerdo con las condiciones de la instalación.

Para las intensidades máximas admisibles se tomará el menor entre los valores marcados por el REBT y los aconsejados por el fabricante, de tal manera que en ningún caso la temperatura resultante de trabajo supere la admitida por el conductor.

Los cables a instalar en la planta serán de primeras marcas y con marcado CE

### 1.6.1 Materiales

Los cables serán normalizados, de doble capa, con conductor de cobre o aluminio. Los conductores deberán llevar impresa en la cubierta envolvente la denominación comercial del fabricante y el tipo de cable según la designación actual en vigor.

Los cables deberán llevar en la cubierta el número de la norma UNE que le corresponda.

### 1.6.2 Ejecución

Los conductores deberán siempre instalarse protegidos, bajo tubo o sobre bandejas, en galerías, patinillos verticales, falsos techos, etc. No se admitirán conductores directamente empotrados en paramentos.

En los cuadros y cajas de registro los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

No se admitirán derivaciones de circuitos sin su correspondiente caja de registro. Únicamente se admitirán regletas sin cajas de registro en el interior de aparato de alumbrado, cuando el conductor sea de sección igual o inferior a 2,5 mm2 y el número de conductores activos sea uno.

No se admitirán derivaciones y conexiones realizadas mediante retorcimiento de hilos y posterior encintado. Los empalmes se realizarán siempre con regletas o bornes en cajas de registro, nunca en el interior de canalizaciones.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante bornes de hasta 6 mm2; para secciones superiores se utilizarán terminales de acoplamiento, a fin de que la corriente se reparta uniformemente por todos los alambres. En caso de cables de aluminio, los terminales a emplear serán bimetálicos, al objeto de evitar calentamientos.

En cualquier caso, se cuidará que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Las curvas deberán realizarse de forma que no dañe el alma del conductor ni su envolvente.

En el montaje de estos cables, el radio mínimo de curvatura en los ángulos o cambios de sentido en su trazado, equivaldrán a:

- 10 veces al diámetro exterior del cable en los unipolares.
- 5 veces el diámetro exterior cuando éste sea menor a 2,5 mm de ø.
- 6 veces el diámetro exterior cuando éste sea de 25 a 50 mm de ø.
- 7 veces el diámetro exterior cuando éste sea superior a 50 mm de ø.

Los conductores tendidos sobre bandejas deberán instalarse en una sola copa, manteniendo una distancia de al menos dos veces el diámetro exterior del cable más grande para conductores de hasta 50 mm2 y una vez para conductores de sección superior, con el fin de permitir una adecuada disipación de calor. En el caso de instalar bandejas superpuestas, la distancia entre ellas será de al menos 30 cm.

En el trazado sobre bandejas metálicas adosadas mediante garras o bridas a las paredes o colgadas de techos, los cables se sujetarán a éstas por medio de grapas aislantes, atornilladas o abrazadas a la propia bandeja.

En las líneas con conductores unipolares, con el fin de equilibrar los esfuerzos inductivos, deberán agruparse los conductores de fases distintas, evitando el agrupamiento de conductores de la misma fase.

Los conductores unipolares deben sujetarse a la bandeja de forma apropiada, aún en tramos horizontales, para evitar los desplazamientos consecuencia de las fuerzas electrodinámicas generadas en caso de cortocircuito.

El montaje en los fosos con tapas visitables se hará sobre bastidores, soportes metálicos con garras fijadas a los lados o fondos de éstos.

Los cables sujetos a los bastidores soportes por medio de abrazaderas o grapas no magnéticas, deberán separarse entre sí como mínimo la distancia equivalente a 1,5 veces el diámetro de un cable. La separación entre bastidores no deberá ser superior a 0,40 m. para conductores sin armar y a 0,75 m para los armados.

Código de colores:

Los conductores de corriente alterna se identificarán interiormente por el siguiente código de colores:

- Fase R — Marrón.
- Fase S — Negro.
- Fase T — Gris.
- Neutro — Azul ultramar.
- Tierra — Amarillo con rayas transversales verdes.

Los conductores para corriente continua se identificarán según:

- Positivo — Rojo.
- Negativo — Azul ultramar.

El color de la funda exterior será:

- Media Tensión — Rojo.
- Baja Tensión — Negro.
- Cables de seguridad intrínseca — Azul.

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas. Se procurará que los cables sean suministrados, siempre que sea posible, en longitudes exactas de utilización, con el fin de evitar empalmes.

El tendido de cable se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas.

Los cables para cada uno de los distintos sistemas de alimentación estarán convenientemente identificados y separados en el trazado, de manera que sean fácilmente identificables.

Se utilizarán los colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identificarán convenientemente en el inicio y, también, durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando, por los cambios de trazado, sea difícil su identificación.

### 1.6.3 Pruebas y ensayos

Cada cuadro estará sometido en fábrica a las siguientes pruebas:

- Inspección del cableado
- Comprobación de marca y etiquetas.
- Verificación de la continuidad eléctrica.
- Resistencia de aislamiento: se comprobará que cada fase y el neutro tienen por lo menos una resistencia hacia tierra de 1.000 ohmnios por voltio de tensión nominal.

Adicionalmente, las pruebas a realizar en obra serán las siguientes:

- Repaso general de toda la instalación, previa limpieza.
- Comprobación de cableados, identificaciones de conductores y protecciones.
- Aislamiento fases-neutro, fase-tierra y neutro-tierra, entre los diferentes circuitos.
- Continuidad de conductores de protección.

## 1.7 Canalizaciones para Cables

### 1.7.1 Generalidades

Se incluyen en este capítulo las canalizaciones destinadas a alojar y proteger conductores eléctricos, de sección circular (tubos), o rectangular (bandejas), metálicas o de material termoplástico, cerradas o ventiladas (bandejas), rígidas o flexibles (tubos).

Se incluyen también las cajas de paso y derivación, metálicas o de material termoplástico, empotrables o de superficie, para tensiones nominales inferiores a 750 V. así como los accesorios como curvas, empalmes, soportes, etc.

El número máximo de conductores a alojar en una canalización se determinará de acuerdo a lo indicado en Instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T.

El número máximo permitido de conductores en una bandeja depende del diámetro de los mismos, y de la resistencia mecánica de la misma, de acuerdo al catálogo del fabricante.

En cualquier caso, los conductores alojados en una canalización no podrán nunca ocupar más del 40% de la sección total de la misma.

En una misma canalización podrán alojarse conductores de diferentes sistemas de distribución de fuerza y alumbrado de igual tensión.

Sin embargo, los sistemas de muy baja tensión, como señales, comunicaciones, radio y televisión, etc. deberán alojarse en canalizaciones separadas de las de baja tensión.

Igualmente, se instalarán en canalizaciones separadas los circuitos de alumbrado de emergencia, señalización y reemplazamiento.

Normativa.

La red de canalizaciones de conductores eléctricos deberá cumplir con la siguiente normativa:

- ITC-BT-21 del R.E.B.T.
- UNE-EN 61386-21: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 61386-22: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-23: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 61386-24: Sistemas de tubos enterrados.
- UNE 60529. Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP).

Materiales.

Las canalizaciones aceptadas para alojar conductores eléctricos entrarán dentro de la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas de materiales termoplásticos.
- Canales metálicas, cerradas o ventiladas.
- Canaletas de materiales termoplásticos, cerradas o ventiladas.
- Tubos metálicos.
- Tubos de materiales termoplásticos rígidos.
- Tubos de materiales termoplásticos flexibles.
- Cajas de derivación.

Las canalizaciones metálicas estarán debidamente protegidas contra la corrosión, mediante galvanizado o pintura, y conectadas a tierra, no podrán utilizarse nunca enterradas, sometidas a acciones corrosivas, o en contacto con materiales metálicos de naturaleza diferente. A las partes de los materiales metálicos que hayan sido sometidos a trabajos de mecanización se aplicará pintura antioxidante.

Todos los tipos de soportes, abrazaderas, tornillos y anclajes serán de tipo protegido contra la corrosión.

Cada tramo de canalización deberá llevar, de forma indeleble, la marca o sello del fabricante.

Las bandejas y canaletas no presentarán en ningún punto bordes cortantes que puedan dañar la envolvente de los cables e incluirán los accesorios necesarios para poder realizar cambios de dirección, derivaciones, registros, etc.

Los tubos metálicos estarán fabricados partiendo de fleje de acero laminado en frío, recocido, de bajo contenido de carbono y soldado, con galvanizado electrolito exterior y pintura anticorrosiva interior (según DIN 31020). El acoplamiento se hará mediante rosca según DIN 40430 o mediante manguitos de presión para tubos sin roscar.

Los materiales termoplásticos utilizados en las canalizaciones deberán ser resistentes a los impactos, al aplastamiento, a la acción de la radiación ultravioleta y al calor y no deberán ser propagadores de la llama.

Las cajas de paso y derivación serán de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular.

Las cajas contarán con taladros o huellas de ruptura para el paso de tubos por todos sus lados, en un número adecuado a las dimensiones de la caja. Cuando los taladros estén realizados de fábrica, se suministrarán con tapitas ciegas para las entradas no utilizadas.

Los materiales utilizados para las conducciones y los accesorios serán los siguientes:

- Tubos de PVC flexible normal.
  - Material: PVC.
  - Montaje: empotrado.
  - Rigidez dieléctrica: 14 kV/mm.
  - Grado de protección mecánica: 3
  - Estanco, estable hasta 60 °C, no propaga la llama.
- Tubos de PVC flexible reforzado.
  - Material: PVC, dos capas (la interior rígida y corrugada, la exterior flexible).
  - Montaje: empotrado y superficial
  - Rigidez dieléctrica: 14 KV/mm.
  - Grado de protección mecánica: 7
  - Estanco, estable hasta 60 °C, no propaga la llama.
- Tubos de PVC rígido enchufable.
  - Material: PVC.
  - Montaje: superficial.
  - Rigidez dieléctrica: 14 KV/mm.
  - Grado de protección mecánica: 7
  - Estanco, estable hasta 60 °C, no propaga la llama.
- Tubos de polietileno para instalaciones enterraradas.
  - Material: PEAD (Libre de Halógenos)
  - Norma: Norma: UNE EN 61386.2.4
  - Resistencia al aplastamiento: 250 N ó 450 N
  - Resistencia al impacto: 28 J
  - Temperatura de trabajo: -15ºC hasta 120ºC

- Características: Muy resistente a las cargas estáticas y móviles muy intensas. Fuerte resistencia al punzonamiento.

- Tubos rígidos de acero.
  - Material: acero estirado s.s.
  - Montaje: superficial.
  - Grado de protección mecánica: de 7 a 9
  - Protección antioxidante exterior.
- Tubos metálicos flexibles.
  - Material: fleje de acero recubierto de PVC.
  - Grado de protección: IP 667
  - Temperatura de trabajo: - 10 °C a + 70 °C.
- Bandejas metálicas.

Construidas, preferentemente, por chapa galvanizada en caliente y, para ambientes muy corrosivos, pintura epoxi.

La resistencia mecánica de las bandejas será tal que, con soporte cada 1,5 metros, la flecha no será superior a 7,5 mm.

- Bandejas de PVC.

Las bandejas de PVC tendrán una temperatura de servicio de 20 a 60 °C, construidas con material autoextinguible y difícilmente inflamable (UNE 53.315 y 53.118), grado de protección mecánica 9 y contra penetración 2 en perforadas con cubierta y 4 en lisas con cubierta.

### 1.7.2 Instalación

Todos los conductores eléctricos se instalarán bajo canalización, empotrada o vista.

En general, los conductores se instalarán bajo tubos de plástico rígidos cuando vayan ocultos por un falso techo y bajo tubos de plástico flexibles cuando vayan empotrados en paramentos. En Salas de Máquinas, y zonas de servicios, los conductores se podrán alojar en canalizaciones metálicas a la vista.

La conexión a maquinaria en movimiento se realizará siempre alojando los conductores en canalizaciones flexibles.

Las alineaciones de las canalizaciones con respecto a los paramentos del edificio se realizarán cuidadosamente, de modo que las cajas de paso y registro queden perfectamente alineadas y a la misma altura. En alineaciones rectas, las desviaciones del eje de la canalización con respecto a la línea que une los extremos no serán superior al 2%.

Las canalizaciones se unirán entre sí por medio de accesorios que aseguren la continuidad de la protección mecánica y, también, la continuidad eléctrica cuando se trate de canalizaciones metálicas.

Cuando una canalización rígida cruce una junta de dilatación del edificio, se montarán un accesorio flexible en correspondencia de la junta. Cuando se trate de tubos, la interrupción tendrá una longitud de 5 cm. aproximadamente; los dos tramos de tubo se empalmarán mediante un manguito deslizante que tenga una longitud de al menos 15 cm.

Cuando por una canaleta discurren conductores de distintos sistemas eléctricos que sea preciso aislar entre si (p.e., sistemas de baja y muy baja tensión), el elemento de separación deberá ser incombustible.

En el montaje de bandejas y canaletas se cuidará de dejar suficiente espacio para poder realizar el tendido de los cables y su mantenimiento posterior, teniendo en cuenta posibles ampliaciones.

En recorridos verticales, los cables se fijarán transversalmente a las bandejas, cada tres metros como mínimo, con elementos adecuados de sujeción.

Las bandejas dispondrán de elementos de apoyo o suspensión a las distancias recomendadas por el fabricante, en ningún caso superiores a 1,5 metros.

Bajo ningún concepto se permitirá la unión de bandejas o su fijación a los soportes por medio de soldadura.

Para la colocación de tubos, se seguirán escrupulosamente las prescripciones marcadas en apartado 2 de la ITC-BT-21 del R.E.B.T., además de lo que se indica a continuación.

Los tubos se cortarán para su acoplamiento mediante manguitos o cajas. Los bordes del corte deberán repasarse a fin de eliminar rebabas.

Los empalmes entre tramos de tubos se realizarán mediante manguitos del tipo roscado o de presión.

Los cambios de dirección se efectuarán con codos normalizados. Se admitirá la formación de curvas a pie de obra para diámetros de tubo hasta 16 mm., con tal de que el curvado no dañe el tubo ni reduzca su sección libre.

Los extremos de los tubos en cajas y cuadros quedarán rígidamente sujetos mediante racores de paso, tuercas de fijación u otro medio similar. La entrada de los tubos en cajas y cuadros se realizará mediante prensaestopas, conos o manguitos.

La separación entre registros de un tubo no podrá ser superior a 15 metros, con no más de tres curvas.

Los tubos en montaje horizontal se fijarán mediante abrazaderas a los paramentos, a distancias no superiores a las indicadas en la siguiente tabla:

| Diámetro del Tubo | Distancia Máxima entre Soportes | | |
|---|---|---|---|
| | Acero | Material Rígido (m) | Plástico Flexible (m) |
| <= 16 mm. | 2 | 1,2 | 0,6 |
| >= 16 mm. | 3 | 1,5 | 0,8 |

Tabla 2. Distancia entre soportes para tubos eléctricos

Además, deberán colocarse elementos de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 50 cm. de una caja o cuadro.
- Antes y después de cada cambio de dirección.
- Antes y después de una junta de dilatación, a una distancia de 30 cm. como máximo.

Los tubos en montaje superficial se instalarán a una altura de unos 2,5 m. sobre el suelo, con objeto de protegerlos de daños mecánicos.

Los tubos empotrados se instalarán después del enfoscado de paredes y techos. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa del recubrimiento de, al menos, 1 cm. de espesor.

Las tapas de registro de las cajas quedarán accesibles y enrasadas con la superficie exterior del paramento.

Los tubos empotrados en recorridos horizontales se instalarán a 50 cm. como máximo, del suelo o techo y, en recorridos verticales, a una distancia de los ángulos no superior a 20 cm.

Las cajas deberán quedar rígidamente fijadas a la superficie de montaje o perfectamente recibidas y enrasadas en el caso de ser empotradas. En este caso, se tomarán las debidas precauciones para que el material de agarre no penetre en el interior de las cajas.

Cualquier tipo de caja se instalará de forma que el cableado sea fácilmente accesible, sin necesidad de desmontar o mover elementos ajenos a la instalación.

En las instalaciones de superficie, los tubos que accedan a las cajas deberán estar soportados a una distancia máxima de 50 cm. de la caja, de modo que no se utilice ésta como punto de anclaje, y las uniones entre tubos y cajas serán siempre roscadas.

Los tubos deberán siempre penetrar en las cajas, sobresaliendo en su interior unos 3 mm aproximadamente.

Cuando se utilicen conductores de aislamiento mineral, la entrada en la caja será a través de boquilla con el mismo grado de protección que se exija a la instalación de la que forme parte.

Cuando una caja utilice un sistema de fijación interior a la misma, se proveerá de una protección que impida contactos fortuitos del mismo conductor con los elementos de conexión.

En locales húmedos, las cajas y sus accesorios impedirán la entrada de humedad en la misma.

Los taladros laterales de pasos de tubos que queden inutilizados deberán permanecer cerrados, proporcionando una protección igual a la exigida a la instalación de la que forman parte.

Las cajas se instalarán en los cambios de dirección, en los puntos de derivación y como registros para facilitar la introducción de los cables (distancia máxima entre registros 15 m.).

Todos los conductores en el interior de una caja deberán estar marcados para su identificación. En cajas de tamaño superior a 120 mm se proveerán soportes en su interior para los conductores que las atreviesen.

Los tubos enterrados descansarán sobre una capa de arena de río de espesor no inferior a 10 cm. y, en el caso de cruce de calzadas, se rodearán de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 8 cm.

La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 50 cm. por debajo del nivel de suelo terminado y, en el caso de cruce de calzadas, a 80 cm.

Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, para evitar la entrada de agua, tierra, lodos y, cuando se rodee de hormigón, del mismo hormigón.

Los tubos se colocarán perfectamente limpios por su interior y durante la obra se taponarán los extremos para evitar la entrada de material extraño.

### 1.7.3 Pruebas y ensayos

Cuando el material llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, su recepción se efectuará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

Antes de que la instalación quede oculta e inaccesible, la propiedad comprobará los siguientes aspectos:

- Dimensiones de las canalizaciones de acuerdo al proyecto.
- Fijación de canalizaciones y cajas.
- Conexiones entre cajas y canalizaciones.
- Distancias entre cajas de registro y paso.
- Conexiones de cables en el interior de las cajas.
- Flechas de las bandejas, no superiores a 10 mm.

El suministro de las bandejas será acompañado de los documentos que acrediten el cumplimiento de los siguientes ensayos:

- Resistencia a la llama de plástico autoportante.
- Reacción al fuego.
- Hilo incandescente.
- Dedo incandescente.
- Inactividad.
- Comportamiento frente a agentes químicos.
- Grado de protección.
- Se comprobará la continuidad eléctrica de las bandejas metálicas.

## 1.8 Cableado fibra óptica

### 1.8.1 Generalidades

La fibra óptica a emplear será de características suficientes para garantizar los niveles de comunicación, para asegurar el buen funcionamiento de las mismas,

Normativa

A efectos de referencia, se incluye a continuación un listado de las normas más relevantes relacionadas con los sistemas de cableado estructurado.

- EN 50173 Tecnología de la Información, Sistemas de Cableado Genéricos, agosto 1995, con Anexo nº 1 publicado en Enero de 2000. La 2ª Edición constituye el “último borrador”.
- EN 50174 Tecnología de la Información, Instalación de Cableados, Partes 1, 2 y 3.
- EN 50288 Cables metálicos multiconductores utilizados en control y comunicaciones analógicas y digitales.
- EN 50310 Aplicación de enlace y toma de tierra equipotencial en edificios con equipos de Tecnología de la Información.
- IEEE 802.3 ab Especificación de nivel físico para operaciones de 1000 Mb/s sobre cuatro pares de categoría 5 o cable de par trenzado balanceado superior (1000BaseT). Julio de 1999.
- ISO/IEC 11801 Tecnología de la Información – Generic Cabling for Customer Premises. 1995, con Anexos 1 y 2 publicados en 1999. Re-editado como edición 1.2 en 2000. La 2ª edición constituye el “último borrador”.
- IEC 60332-1 Flamabilidad en un cable sencillo vertical.
- IEC 60332-3-c Flamabilidad en un mazo de cables verticales.
- IEC 60603-7-4 Detalle de especificación para conectores, 8 vías. Los métodos de pruebas y requisitos relacionados para utilización a frecuencias de hasta 200 MHz.
- IEC 61935 Especificación genérica para medir cableados genéricos según ISO/IEC 11801 – Parte 1.
- TIA/EIA 568-ANormativa de cableados para telecomunicaciones en edificios comerciales, 1995.
- TIA/EIA 568-BNormativa de cableados para telecomunicaciones en edificios comerciales, 2001 Anexo B2-1.
- TIA-569 Normativa de cableados para edificios comerciales en relación con espacios y rutas de telecomunicaciones.
- TIA-606 Estándar de administración para la infraestructura de comunicaciones de edificios comerciales.
- EN 50081 Compatibilidad Electromagnética – Normativa de emisión genérica. Parte 1: Residencial, comercial e industrial ligera. Parte 2: Entorno industrial.
- EN 50082 Compatibilidad Electromagnética – Normativa de inmunidad genérica. Parte 1: Residencial, comercial e industrial ligera. Parte 2: Entorno industrial.
- EN 50085 Sistemas de cable de troncal y sistemas de conductos de cable para instalaciones eléctricas.
- EN 50086 Sistemas de conducto para instalaciones eléctricos.

- ISO 14763 Tecnología de la Información – Implementación y operación de cableados en locales de clientes. Pare 1: Administración. Parte 2: Planificación e instalación. Parte 3: Pruebas de cableados de fibra óptica.
- ISO 15018 Cableados integrados para otros servicios aparte de conductos energía en hogares, SoHo y edificios.
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas de edificios – parte 5 – capítulo 548: gestión de la tierra y enlace para sistemas de tecnología de la información.
- IEC 60754-1 Emisión de gases halógenos.
- IEC 60754-2 Corrosividad del humo.
- IEC 61034 Densidad y evolución del humo.
- IEC 61156 Cables multicondunductor y simétricos de pares/cuadretes para comunicaciones digitales
- IEC 61280 Procedimientos de medida básicos para subsistemas de comunicación de fibra óptica.
- UL 910 Pruebas de propagación de llama y valores de densidad de humo para cables de fibra óptica y eléctricos utilizados en espacios que transportan el aire del entorno (a saber, Plenum).

### 1.8.2 Pruebas

Para todos los cables UTP se llevarán a cabo pruebas de conformidad a la categoría 6 y cumplirán todos los parámetros especificados en la propuesta de canal de clase E del último borrador de la norma de ISO/IEC.

En las fibras ópticas se valorará la realización de medidas de reflectometría en ambos sentidos, en las que la atenuación deberá estar repartida de forma lógica entre los distintos componentes, no debiendo existir ningún punto de fallo potencial en el futuro. En cualquier caso, la atenuación no superará los 0,5 dB en los conectores y los 0,3 dB en los empalmes de los pigtails.

En los cables UTP el protocolo de medidas a emplear deberá pasar el Autotest de Cat6 con un aparato certificador homologado y con verificación vigente.

Las pruebas serán al 100% de los cables y equipos.

## 1.9 Red de Tierra

### 1.9.1 Generalidades

En toda instalación receptora, la toma de tierra de protección se efectuará conectando la toma de todos los elementos y equipos a la red conductora.

La toma de tierra se dimensionará de tal manera que la tensión correspondiente a la máxima corriente de fuga que no provoca el disparo de las protecciones diferenciales sea inferior a la exigida por el REBT.

La interconexión entre las distintas tomas de tierra de cada planta se realizará teniendo en cuenta lo establecido en REBT constituyendo una instalación de tierra general.

En caso de realizarse redes de tierras separadas, se tomarán las medidas oportunas para evitar el contacto simultáneo inadvertido con elementos conectados a instalaciones de tierra diferentes, así como la transferencia de tensiones peligrosas de una a otra instalación.

Normativa

La instalación deberá cumplir con la siguiente normativa:

- Real Decreto 824/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. REBT 2002
- UNE 21.022: Conductores de cables aislados.
- UNE 21.056: Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre.

Se tendrá en cuenta la aplicación del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

El Contratista adjudicatario de estas instalaciones dispondrá de equipos y medios necesarios para verificar que las tensiones de paso y contacto no sobrepasa los valores máximos permitidos en la Instrucción MIE-RAT-13.

### 1.9.2 Materiales

Las líneas de puesta a tierra se realizarán mediante conductores de cobre semiduro y trenzado, o de otros metales o aleaciones de alto punto de fusión, con cubierta de PVC amarillo/verde en los conductores de protección y desnudos en los de la red principal.

Las secciones mínimas de los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y las derivaciones serán las indicadas en REBT.

Los materiales utilizados en las conexiones entre las distintas partes de la instalación de tierra deben garantizar una perfecta conducción de la corriente eléctrica y no deben ser susceptibles de debilitamiento o destrucción por corrosión.

Los dispersores o electrodos podrán ser picas, placas, pletinas o conductores, en forma simple o de malla. Cualquiera que sea el tipo que se utilice, el electrodo no deberá deteriorarse por efecto de las acciones químicas del terreno o de la humedad. Las dimensiones mínimas de los electrodos serán las indicadas en REBT.

La sección del electrodo o dispersor nunca será inferior al 25% de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra.

Las arquetas a instalar para la puesta a tierra serán arquetas prefabricadas y registrables para la pica de puesta a tierra. Se tratará de arquetas desmontables y modulares sin fondo.

Dichas arquetas se articularán por la unión mecánica de piezas fabricadas mediante la inyección de polipropileno reforzado.

Las arquetas habrán de ser estancas. El sellado de las piezas y las juntas de EPDM, garantizarán la estanqueidad de la arqueta, tanto en la unión de sus laterales, como en la unión arqueta-tubo.

Las arquetas habrán de ser resistentes a distintos valores de cargas:

Pruebas de cargas y paso de camiones.

- Hasta 17500 kg. en carga
- Paso de camiones con 40000 kg.
- Pruebas de carga en vacío.
- Resistencia hasta 7500 kg.

Las arquetas serán de polipropileno reforzado posee una buena resistencia química a la mayoría de los ácidos, de forma que se asegure un buen comportamiento ante la mayoría de los ácidos y las sales agresivas.

Deberán tener sus bordes en un solo plano, de forma que su asiento pueda ser perfecto sobre la embocadura de la arqueta.

### 1.9.3 Ejecución

Las condiciones de ejecución de la red de tierra serán las indicadas en REBT. En particular, se destacan las prohibiciones de incluir en serie las masas y los elementos metálicos en los circuitos de tierra y de interrumpirlos mediante la interposición de seccionadores, interruptores y fusibles.

La instalación incluirá un número suficiente de arquetas para la ejecución de las conexiones de las líneas y, eventualmente, para la accesibilidad de los puentes de seccionamiento durante la medida de la resistencia de tierra.

Cuando la puesta a tierra se realice mediante picas, éstas se clavarán a una distancia entre sí igual, al menos, a 2,5 veces su longitud. En caso de placas, el borde superior de la mismas entre ellas será de al menos 3 metros.

Las picas de alma de acero y recubrimiento de cobre, con una longitud de 2 m. y 18,3 mm. de diámetro, y estarán ejecutadas según norma UNESA.

En caso de que una toma de tierra no presente un valor suficientemente bajo de resistencia, podrán utilizarse sales minerales o carbones vegetales para mejorar la conductividad del terreno, siempre que éstas no ataquen químicamente el electrodo.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a la toma de tierra independiente del

sistema de alta tensión, de tal forma que no existe influencia en la red general de tierra. El contratista se asegurará que con una distancia mínima de 15 metros entre las redes de baja tensión y el neutro del trafo no exista influencia, quedando las tierras mejoradas.

Ambas redes, conectadas de forma independiente a una misma pletina constarán de conductores distintos.

El contratista se asegurará que todos los herrajes de los aparatos de elevación, partes metálicas de tuberías, conductos y herrajes varios de las instalaciones del edificio queden puestas a tierra.

La conexión a la red de tierra de los distintos embarrados existentes, entre sí y con la red de tierra del edificio, se efectuará con conductor de cobre aislado de la menos 0,6/1 KV. de 50 mm2 de sección. En tramos en los que se considere oportuno se instalará bajo tubo por problemas de corrosión o problemas de contactos de personas.

La instalación de baja tensión de la red de tierra se realizará por medio de un conductor desnudo de 50 mm2 de sección mínima, enterrado en zanja.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no se utilizarán como tomas de tierra por razones de seguridad.

### 1.9.4 Pruebas y ensayos

Se realizarán las pruebas reflejadas en la normativa vigente, especialmente los siguientes ensayos:

- Medidas de continuidad eléctrica
- Medida de resistencia a tierra
- Media de tensiones de paso y contacto.

## 1.10 Instalaciones de seguridad y vigilancia

### 1.10.1 Instalación de seguridad y vigilancia

El sistema de seguridad y videovigilancia cumplirá con el documento de especificación incluido en el proyecto.

# 2. Obra Civil

## 2.1 Alcance del Pliego y descripción de las obras

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras a que se refiere el presente proyecto, y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales a utilizar y el modo de ejecución de las diferentes unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente Proyecto.

Se realizarán los trabajos descritos a continuación de forma tal que los trabajos estén terminados a satisfacción y en orden de uso.

Se consideran incluidos dentro del alcance de esta especificación genérica los siguientes elementos:

- Movimientos de Tierras: desbroces, escarificados, desmontes, terraplenes, excavaciones, rellenos, cargas y transporte, refinado de superficies, geotextiles, etc
- Firmes: Rellenos para ejecución de explanadas, rellenos para ejecución de firmes subbases y bases, capas de rodadura.
- Drenajes: Cunetas de viales revestidas de hormigón, Cunetas de viales sin revestir, vados, zanjas drenates, etc.
- Cimentación de equipos: constituidas por zapatas y losas
- Estructura de edificios y equipos: realizados mediante acero estructural u hormigón estructural dependiendo de la solución estructural adoptada.

## 2.2 Códigos y normas

En todo aquello no indicado expresamente en este documento, regirán para estas obras todas las condiciones expresadas en los artículos de las disposiciones que siguen, o aquellos vigentes omitidos y que no contradigan a las presentes:

- Instrucción de Hormigón Estructural
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16), aprobada por Real Decreto 256/2016, del 10 de junio.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y de Edificación (NCSE-02)
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes, (En adelante PG-3).
- Código Técnico de la Edificación. R.D. 314/2006, de 17.03.2006, del Mº de Vivienda. (Incluye Régimen Transitorio entrada en vigor CTE) BOE 28.03.2006. Contenido:
    - Parte I
    - Parte II. Documentos Básicos. DB

- CTE DB SE Seguridad Estructural.
- CTE DB SE-AE Acciones en la Edificación.
- CTE DB SE-A Acero aplicado conjuntamente con los "DB SE Seguridad Estructural" y "DB SE-AE Acciones en la Edificación";
- CTE DB SE-F Fábrica, aplicado conjuntamente con los DB SE Seguridad Estructural y DB SE-AE Acciones en la Edificación
- CTE DB-SE-M Estructuras de Madera.
- CTE DB SI Seguridad en caso de Incendio
- CTE DB SU Seguridad de Utilización
  - SU 1 Seguridad frente al riesgo de caídas
  - SU 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
  - SU 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
  - SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
  - SU 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación
  - SU 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
  - SU 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
  - SU 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo
- CTE DB HS Salubridad
  - HS-1 Protección frente a la humedad
  - HS-2 Recogida y evacuación de residuos
  - HS-3 Calidad del aire interior
  - HS-4 Suministro de agua
  - HS-5 Evacuación de aguas
- CTE DB HE Ahorro de energía.
  - HE-1 Limitación de la demanda de energía.
  - HE-2 Rendimiento de las instalaciones térmicas (RITE)
  - HE-3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
  - HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
  - HE-5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

• Normas UNE vigentes del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización o en su defecto, especificaciones recogidas en Normas Internacionales (ISO, CIE, CRI, DIN, etc.), que afecten a los materiales.

- Normas de Ensayo, del laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del Ministerio de Fomento (NLT).
- Norma 5.1. IC de drenaje del Ministerio de Fomento.
- Norma 6.1 y 2. IC sobre secciones de firmes del Ministerio de Fomento. (En los caminos que aplique)
- O.M. del Ministerio de Fomento sobre señalización de las obras.
- Reglamentos y ordenes en vigor, sobre Seguridad y Salud del Trabajo en la Construcción y Obras Públicas, R.D. 1.627/97 de 24 de octubre.

## 2.3 Condiciones que deben satisfacer los materiales

En el presente capitulo se define las condiciones técnicas que deben cumplir los materiales y elementos auxiliares que intervienen en los trabajos y suministros, no constituyendo necesariamente unidades de obra independientes.

### 2.3.1 Excavación de la explanación y préstamos

La ejecución se realizará de acuerdo con lo prescrito en el Art. 320 “Excavación de la explanación y préstamos” del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

Sostenimientos y entibaciones

El Contratista debe asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno, apropiados al fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a las personas o a las obras.

Se podrán colocar de apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos o cualquier otra medida de sostenimiento o protección en cualquier momento de la ejecución de las obras.

Taludes

La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

### 2.3.2 Excavación de rellenos y zanjas

Esta unidad se refiere a las excavaciones para emplazamientos de cimentaciones de estructuras y conducciones de cualquier tipo.

Las zanjas eventualmente derrumbadas, serán a cuenta y riesgo del Contratista, vueltas a abrir y conservadas así, hasta efectuada la actuación a realizar entre ellas.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los Planos de soluciones constructivas.

Si fuera previsible la aparición de roca en la fase de apertura de la zanja, bien porque hubiera sido previamente detectada, bien porque se produjera este hecho en fase de excavación, el Contratista propondrá los procedimientos constructivos que tuviera intención de poner en práctica (martillos picones o neumáticos, etc.).

Los taludes de las zanjas y pozos serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior ejecución de las unidades de obra que deben ser alojadas en aquéllas con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitación de daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que corresponden en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones.

La excavación de zanjas y cimientos se ajustará a lo prescrito en el Art. 321 “Excavación en zanjas y pozos”, del P.P.T.G.

Excavación del fondo de zanja

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la zanja no deberá permanecer abierta a su rasante final más de ocho (8) días sin que sea colocada y cubierta la tubería o conducción a instalar en ella.

Cuando el terreno sea meteorizable o erosionable, se podrá realizar la excavación de la zanja hasta alcanzar un nivel equivalente a treinta centímetros (0.30 m) por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar en una segunda fase el resto de la zanja, hasta la rasante definitiva del fondo, dentro del plazo indicado en el párrafo anterior.

Los fondos de las zanjas se limpiarán en todo material suelto y sus grietas y hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería o conducción.

Sostenimientos y entibaciones

El contratista estará obligado a efectuar las entibaciones de zanjas y pozos que sean necesarias para evitar desprendimientos del terreno siempre que por las características del terreno y la profundidad de la excavación lo considerase procedente para la estabilidad de la excavación y la seguridad de las personas, o para evitar excesos de excavación inadmisibles, según lo establecido en este Pliego o en el PCTP.

El Contratista será responsable, en cualquier caso, de los perjuicios que se deriven de la falta de entibación, de sostenimientos, y de su incorrecto cálculo o ejecución.

Evacuación de las aguas y agotamientos

El Contratista tomará las precauciones precisas para evitar que las aguas superficiales inunden las zanjas abiertas.

El Contratista realizará los trabajos de agotamiento y evacuación de las aguas que irrumpen en la zanja, cualquiera que sea su origen.

Taludes

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

Medidas de protección y seguridad

El Contratista pondrá en práctica cuantas medidas de protección, tales como cubrición de la zanja, barandillas, señalización, balizamiento y alumbrado, sean precisas para evitar la caída de personas o del ganado en las zanjas.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el trabajo y de las Ordenanzas Municipales.

### 2.3.3 Capas granulares

La ejecución de las obras, tolerancia de la superficie y limitaciones de la ejecución de esta unidad de obra, se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Art. 510 “Zahorras” del P.P.T.G. Podemos destacar:

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Existen dos tipos de zahorras:

- Zahorra artificial, la constituida por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso.
- Zahorra natural, la constituida por partículas no trituradas.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

Se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud según el resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible para cada tipo de material. Los ensayos a realizar se indican en el Artículo 510 del P.P.T.G. La fórmula de trabajo señalará en su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación, la granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico, la humedad de compactación y la densidad mínima a alcanzar.

La zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Cuando las zahorras se fabriquen en central la adición de agua de compactación se realizará también en central. En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Para ello se podrá emplear la humectación previa en central u otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen las características del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (30 cm.), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones).

Todas las operaciones de aportación de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente.

Compactación de la tongada

Conseguida la humedad más conveniente, la cual no deberá diferir a la óptima en más menos punto porcentual (±1) en caso de tráfico pesado y -1,5/+1 para tráfico ligero o peatonal, se procederá a la compactación de la tongada.

La compactación de la zahorra natural se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponde al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima obtenida en el ensayo “Próctor modificado” según la norma UNE 103501.

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponde al cien por cien (100%) de la máxima obtenida en el ensayo “Próctor modificado” según la norma UNE 103501 para calzada que soporte tráfico pesado y noventa y ocho por ciento (98%) en calzadas con tráfico ligero

### 2.3.4 Riego de imprimación

El equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado y para la extensión del árido de cobertura, la ejecución de las obras, los límites de la ejecución y el control de calidad de esta unidad de obra se regirán de acuerdo con lo especificado en el Art. 530 “RIEGOS DE IMPRIMACIÓN” del P.P.T.G. Podemos destacar:

La dotación de ligante quedará definida por la cantidad que la capa que se imprima sea capaz de absorber en un periodo de veinticuatro horas (24 h). Dicha dotación no será inferior en ningún caso a quinientos gramos por metro cuadrado (500g/m2) de ligante residual.

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halle reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego.

Antes de que se realice la extensión del ligante hidrocarbonado la superficie de la capa a tratar deberá regarse ligeramente con agua, empleando la dotación que humedezca la superficie suficientemente, sin saturarla, para facilitar la penetración posterior del ligante.

La aplicación se efectuará de manera uniforme, evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales.

El riego de imprimación se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, y la de la superficie sean superiores a los diez grados centígrados (10ºC) y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar podrá fijarse en cinco grados centígrados (5ºC) la temperatura límite inferior para poder aplicar el riego.

### 2.3.5 Mezclas bituminosas en caliente

El equipo necesario para la ejecución de las obras, la ejecución de las obras, los límites de la ejecución y el control de calidad de esta unidad de obra se regirán de acuerdo con lo especificado en el Art. 524 “MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE” del P.P.T.G. Podemos destacar:

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorios y verificada en la central de fabricación:

Dicha fórmula señalará:

- La identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- La granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices UNE-EN 933-2, cuarenta (40mm); veinticinco (25mm); veinte (20mm); doce coma cinco (12,5mm); ocho (8mm), cuatro (4mm), dos (2mm), cero coma cinco (0,5mm), cero coma veinticinco (0.25mm), cero coma ciento veinticinco (0.125mm) y cero coma cero sesenta y tres (0.063mm).
- Tipo y características del ligante hidrocarbonado.
- La dosificación de ligante hidrocarbonado y, en su caso, la de polvo mineral de aportación, referida a la masa del total de áridos (incluido dicho polvo mineral), y la de aditivos, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- En su caso, el tipo y dotación de las adiciones, referidas a la masa total del árido combinado.
- La densidad mínima a alcanzar.

También deberán señalarse:

- Los tiempos para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15ºC).
- La temperatura mínima de la mezcla de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse y terminarse la compactación.

La puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente comprendería los siguientes pasos:

- Preparación de la superficie existente.
- Aprovisionamiento de áridos.
- Fabricación de la mezcla.
- Transporte de la mezcla.
- Extensión de la mezcla
- Compactación de la mezcla.

Juntas transversales y longitudinales:

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) las transversales, y quince centímetros (15 cm.) las longitudinales.

### 2.3.6 Fabricación del hormigón

La clase de hormigón y de cemento a utilizar en cada una de las unidades de obra serán las indicadas en los planos del Proyecto, las establecidas en este Pliego.

El tamaño máximo del árido cumplirá con lo establecido en el Artículo 28 de la Instrucción EHE.

Está totalmente prohibido añadir agua a las cubas de hormigón fabricado en central.

A no ser que se adopte la protección adecuada no se realizará el hormigonado en tiempo lluvioso. Tampoco se permitirá el incremento en el contenido de agua por efecto del agua de lluvia, ni que ésta dañe las superficies terminadas.

El hormigón que incumpla los requisitos de este Pliego será retirado y reemplazado por el Contratista, siendo el coste a su cargo.

Todas las superficies a hormigonar deberán estar exentas de agua y materiales desprendidos.

Los dispositivos de vertido evitarán la disgregación y desecación de las mezclas, suprimiendo las vibraciones, sacudidas repetidas y caída libre desde más de uno y medio (1,5) metros de altura. Queda suprimido también el paleo y el avance por vibración a lo largo de los encofrados para distancias superiores a dos (2) metros.

La compactación del hormigón se hará por vibración. Los vibradores cuyo empleo es obligatorio siempre, serán suficientemente revolucionados y enérgicos para que actúen en toda la tongada del hormigón que se vibre.

La colocación del hormigón será una operación continua sin interrupciones tales que den lugar a pérdidas de plasticidad entre tongadas contiguas.

A la salida de las hormigoneras se tomarán muestras, con las que se confeccionarán probetas cúbicas de quince centímetros (15 cm) de arista de lado que han de dar cargas de rotura a los veintiocho (28) días que no sean inferiores a las que se indican en los planos. Se podrá solicitar la toma de muestras si existe alguna anomalía en el suministro del hormigón.

El hormigón cumplirá las condiciones que señala la vigente normativa para el proyecto y ejecución de las obras de Hormigón EHE-2008.

### 2.3.7 Encofrados

Los encofrados en general serán preferentemente de madera o metálicos con rigidez suficiente para que no sufran deformaciones con el vibrado del hormigón, ni dejen escapar morteros por las juntas. No se procederá a la retirada de encofrados antes de tiempo, como mínimo el contratista se atendrá al tiempo estipulado en el artículo 73 y 74 de la EHE.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza en los fondos muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de madera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

Todos los paramentos exteriores horizontales o inclinados tendrán sus correspondientes botaguas.

Las aristas que queden vistas en todos los elementos de hormigón se ejecutarán con chaflán de 25 x 25 mm.

Los separadores a utilizar en encofrados estarán formados por barras o pernos y se diseñarán de tal forma que no quede ningún elemento metálico embebido dentro del hormigón, en una distancia menor de veinticinco milímetros (25 mm) de la superficie del paramento.

No se permitirá el empleo de alambres o pletinas como separadores, salvo en partes intranscendentes de la obra. Donde su uso sea permitido, una vez retirados los encofrados, se cortarán a una distancia mínima de 25 mm de la superficie del hormigón, picando ésta si fuera necesario, y rellenando posteriormente los agujeros resultantes con mortero de cemento.

Los separadores utilizados para mantener la armadura a la distancia del paramento establecida por la EHE podrán ser de plástico o de mortero. En ningún caso se permitirá el empleo de separadores de madera.

### 2.3.8 Obras de hormigón armado

Los encofrados que hayan de emplearse en las obras de hormigón armado tendrán en cada caso las formas y dimensiones precisas, además de la solidez necesaria para soportar, sin deformación sensible, no sólo el peso y la presión del hormigón que hayan de contener, sino también el de la fábrica que haya de ir elevándose encima.

Para la elaboración y colocación de la ferralla se seguirán las indicaciones contenidas en la UNE 36831:97

Las barras para el armado tendrán la calidad y el diámetro indicado en los planos, serán dobladas en frío hasta darlas la forma conveniente.

Las barras de armado se colocarán limpias, exentas de pintura, grasa o cualquier sustancia que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia de ambos.

La disposición exacta de la armadura, y en especial de los recubrimientos mínimos exigidos, deberá garantizarse mediante la disposición de elementos separadores, o calzos colocados en obra.

La disposición de los mismos cumplirá con las disposiciones del art. 37.2.5 y 69.8.2 de la Instrucción EHE.

### 2.3.9 Hormigonado con temperaturas extremas

Durante los días de heladas no se permitirá trabajar en fábrica alguna en que se emplee mortero de cualquier clase. Cuando pudiera sospecharse que durante la noche la temperatura

habría de descender por debajo de cero de los termómetros centígrados, se cubrirán cuidadosamente las fábricas con esteras, pajas u otros medios. Se demolerá toda la fábrica en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas. En cualquier caso, el Contratista cumplirá lo especificado en el artículo 71 de la EHE.

Para el caso de temperaturas elevadas se deberá analizar la viabilidad del hormigonado.

El Contratista cumplirá siempre lo prescrito en el artículo 71 de EHE.

### 2.3.10 Agua para morteros y hormigones

Como norma general podrán utilizarse, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones todas aquellas que hayan sido sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, que no hayan producido eflorescencias, agrietamientos o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de hormigones similares.

Cumplirá lo prescrito en el Artículo 27º de la "Instrucción de Hormigón Estructural", EHE-2008, siendo, asimismo, obligatorio el cumplimiento del contenido de los comentarios al citado Artículo, en la medida en que sean aplicables.

Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización, la limitación relativa a las sustancias disueltas podrá hacerse aún más severa, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío, con riesgo de heladas, podrá utilizarse para el amasado, sin necesidad de adoptar precaución especial alguna, agua calentada hasta una temperatura de 40 ºC.

Cuando excepcionalmente, se utilice agua calentada a temperatura superior a la antes indicada, se cuidará de que el cemento, durante el amasado, no entre en contacto con ella mientras su temperatura sea superior a los 40 ºC.

El Contratista controlará la calidad del agua para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego, y en la Instrucción EHE-2008.

Perceptiblemente se analizarán las aguas antes de su utilización, y al cambiar de procedencia para comprobar su identidad. Se realizará un (1) ensayo que comprende:

- Un (1) análisis de acidez (pH) (UNE 83951:2008).
- Un (1) ensayo del contenido de sustancias solubles (UNE 83957:2008).
- Un (1) ensayo del contenido de cloruros (UNE 83958:2014).
- Un (1) ensayo del contenido de sulfatos (UNE 83956:2008).
- Un (1) ensayo cualitativo de los hidratos de carbono (UNE 83959:2014).
- Un (1) ensayo del contenido de aceite o grasa (UNE 83960:2014).

El ensayo será realizado por el Contratista y su costo irá incluido en cada uno de los precios unitarios ofertados. El laboratorio que realice dichos ensayos debe estar debidamente homologado.

Cuando los resultados obtenidos estén peligrosamente próximos a los límites prescritos se repetirán los mencionados análisis, ateniéndose en consecuencia a los resultados, sin

apelación posible ni derecho a percepciones adicionales por parte del Contratista, caso de verse obligado a variar el origen del suministro.

En particular, cuando el abastecimiento provenga de pozos los análisis deberán repetirse en forma sistemática, con la periodicidad de treinta (30) días dada la facilidad con que las aguas de esa procedencia aumentan en salinidad y otras impurezas a lo largo del tiempo, o cuando se produzcan tormentas o lluvias que dejen en el agua partículas en suspensión.

En cualquier caso, los defectos derivados por el empleo, en la fabricación o curado de los hormigones, de aguas que no cumplan los requisitos exigidos, será de la responsabilidad del Contratista.

### 2.3.11 Áridos para morteros y hormigones

Los áridos para la confección de morteros y hormigones cumplirán las condiciones que señala la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-2008.

Antes de dar comienzo a las obras se fijará, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaños de los mismos a mezclar para conseguir la curva granulométrica más conveniente para el hormigón, adoptando como mínimo una clasificación de tres tamaños de áridos y sin que por la contrata pueda solicitarse pago suplementario alguno por este concepto. La granulometría y el módulo de finura se determinarán de acuerdo con NLT-150.

Así mismo se fijará el tamaño máximo de árido a emplear para cada tipo de obra.

El Contratista controlará la calidad de los áridos para que sus características se ajusten a las especificaciones de los apartados correspondientes del presente Pliego.

Los ensayos justificativos de todas las condiciones especificadas se realizarán:

- Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos.
- Al variar las condiciones de suministro.

Por otra parte, y con la periodicidad mínima siguiente, se realizarán los siguientes ensayos:

a) Por cada quinientos (500) metros cúbicos o fracción o una vez cada quince (15) días:

- Un ensayo granulométrico y módulo de finura (NLT-150)
- Un ensayo de contenido de material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7050 UNE-EN 933-10:2010.

b) Una vez cada quince (15) días y siempre que las condiciones climatológicas hagan suponer una posible alteración de las características:

- Un ensayo de contenido de humedad (ASTM C566-13).

c) Una vez cada dos (2) meses:

- Un ensayo de contenido de materia orgánica UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013.

d) Una vez cada seis (6) meses:

- Un ensayo de contenido de partículas blandas (UNE 7134) únicamente en el árido grueso.
- Un ensayo de contenido de terrones de arcilla (UNE 7133:1958).
- Un ensayo de contenido de materiales ligeros (UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013).
- Un ensayo de contenido de azufre (UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013).
- Un ensayo de resistencia al ataque de los sulfatos (UNE 7136:2009).
- Un ensayo de reactividad a los álcalis (UNE 146507-1:1999 EX)
- Un ensayo de determinación de la forma de las partículas UNE-EN 933-4:2008) únicamente para el árido grueso.
- Un ensayo de resistencia a la abrasión (NLT-131).
- Un ensayo de estabilidad de las escorias siderúrgicas (UNE 7243) cuando éstas se empleen como árido fino.
- Un ensayo de resistencia a la abrasión (NLT-131) únicamente para hormigones con árido antiabrasivo.

Los ensayos serán realizados por el Contratista y su costo irá repercutido en cada uno de los precios unitarios ofertados. El laboratorio que realice dichos ensayos debe estar debidamente homologado.

### 2.3.12 Madera

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados y demás medios auxiliares deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada el aire, protegida del sol y de la lluvia, durante no menos de dos (2) años.
- No presentar signo de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrá un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas, y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad.
- Dar sonido claro por percusión.

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes.

La madera de construcción escuadrada será madera sin sierra, de aristas vivas y llenas. No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar.

### 2.3.13 Acero corrugado

Todo el acero para armaduras cumplirá las condiciones que señala la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE-2008.

Tanto la superficie como la parte interior de las barras y varillas para armar el hormigón deberán estar exentas de toda clase de defectos, como grietas, oquedades y pelos.

Los aceros serán acopiados por el Contratista en parque adecuado para su conservación, clasificados por tipos y diámetros y de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general. Se tomarán todas las precauciones para que los aceros no estén expuestos a la oxidación ni se manchen de grasa, ligantes, aceite o barro.

El Contratista controlará la calidad de los aceros a emplear en armaduras para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en la Instrucción EHE-2008.

A la llegada de obra de cada partida se realizará una toma de muestras y sobre ésta se procederá al ensayo de plegado, doblando los redondos ciento ochenta grados (180º) sobre un redondo de diámetro doble y comprobando que no se aprecian fisuras ni pelos en la barra plegada. Estos ensayos serán de cuenta del Contratista.

Si la partida es identificada y el Contratista presenta una hoja de ensayos, redactada por el Laboratorio dependiente de la Factoría siderúrgica, podrá en general prescindir de dichos ensayos de recepción. La presentación de dicha hoja no eximirá en ningún caso de la realización del Ensayo de Plegado.

Independientemente de esto, se determinará las series de ensayos necesarios para la comprobación de las características anteriormente citadas. Estos ensayos serán realizados por el Contratista y su costo irá repercutido en cada uno de los precios unitarios ofertados. El laboratorio que realice dichos ensayos debe estar debidamente homologado

### 2.3.14 Hormigones

Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

Para el estudio de las dosificaciones de las distintas clases de hormigón, el Contratista deberá realizar por su cuenta y con una antelación suficiente a la utilización en obra del hormigón de que se trata, todas las pruebas necesarias, de forma que se alcancen las características exigidas a cada clase de hormigón.

Las proporciones de árido fino y árido grueso se obtendrán por dosificación de áridos de los tamaños especificados, propuesta por el Contratista.

Las dosificaciones obtenidas, a la vista de los resultados de los ensayos efectuados, únicamente podrán ser modificadas en lo que respecta a la cantidad.

No se empleará cloruro cálcico como aditivo ni ningún otro elemento que lo contenga en la fabricación de hormigón armado, o de hormigón que contenga elementos metálicos embebidos.

En el hormigón curado al vapor el contenido de ión cloro no podrá superar el 0,1% del peso en cemento.

La resistencia de los hormigones se ajustará a la especificada en los Planos, cumpliendo en todo caso con los requerimientos mínimos exigidos por la norma Instrucción EHE-2008 hormigón estructural.

Hormigones preparados en planta

Los hormigones preparados en planta se ajustarán a la "Instrucción EHE-2008 hormigón estructural.

Se deberá garantizar que el suministrador realiza el control de calidad exigido con los medios adecuados para ello.

El suministrador de hormigón deberá entregar cada carga acompañada de una hoja de suministro (albarán) en la que figuren, como mínimo, los datos siguientes:

- Identificador de Suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la central de hormigón preparado.
- Identificación del Peticionario.
- Número de la serie de la hoja de suministro.
- Fecha y hora de entrega.
- Nombre del utilizador.
- Designación y características del hormigón, indicando expresamente las siguientes:
    - Cantidad y tipo de cemento.
    - Relación agua/cemento.
    - Tamaño máximo de árido.
    - Resistencia característica a compresión.
    - Clase y marca de aditivo si lo contiene.
    - Lugar y tajo de destino.
    - Cantidad de hormigón que compone la carga.
    - Identificación del camión que transporta el hormigón.
    - Hora en que fue cargado el camión.
    - Hora límite de uso para el hormigón.

Se realizará un control según lo especificado por la Instrucción EHE-2008. El Contratista por medio de su departamento de Control de Calidad procederá a la toma de probetas y a su adecuada protección marcándolas para su control. La rotura de probetas se hará en un laboratorio oficial estando el Contratista obligado a transportarlas al mismo antes de los siete (7) días a partir de su confección.

Todos los gastos producidos por la elaboración, transporte, rotura, etc., serán a cuenta del Contratista.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con UNE-EN 12350-1:2009 "Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras". Cada serie de probetas será tomada de un amasado diferente completamente al azar, evitando cualquier selección de la mezcla a ensayar, salvo que el orden de toma de muestras haya sido establecido con anterioridad a la ejecución.

Las probetas se moldearán, conservarán y romperán según los métodos de ensayo UNE-EN 12390-1:2001, UNE-EN 12390-2:2009 y UNE-EN 12390-3:2009.

Se efectuará un ensayo de resistencia característica en cada tajo con la periodicidad y sobre los lotes de muestra que a continuación se detallan:

- Hormigón no estructural, rellenos y camas armadas y sin armar, aceras, rigolas, cunetas, caños y pasos salva cunetas, cerramiento, etc.: cuatro (4) series de seis (6) probetas cada una cada doscientos metros cúbicos (200 m³) o dos (2) semanas.

- Hormigón en cimentaciones de pórticos y aparamenta: cuatro (4) series de seis (6) probetas cada cien metros cúbicos (100 m³) y mínimo una (1) serie por cada grupo de cimentaciones de un mismo elemento o fracción hormigonada en el día.

- Hormigón en muros, pozos de registro, arquetas y sumideros, cimentaciones de edificios y casetas, bancadas: cuatro (4) series de seis (6) probetas cada cien metros cúbicos (100 m³) y mínimo una (1) serie por cada obra de fábrica o fracción hormigonada en el día.

Si los ensayos sobre probetas curadas en laboratorio resultan inferiores al noventa (90) por ciento de la resistencia característica y/o los efectuados sobre probetas curadas en las mismas condiciones de obra incumplen las condiciones de aceptabilidad para hormigones de veintiocho (28) días de edad, se efectuarán ensayos de información de acuerdo con la EHE-2008.

En caso de que la resistencia característica a veintiocho (28) días resultara inferior a la exigida, el Contratista estará obligado a aceptar medidas correctoras.

La determinación de la consistencia del hormigón se efectuará según UNE-EN 12350-2:2009 con la frecuencia más intensa de las siguientes, en cada tajo:

- Cuatro (4) veces al día, una de ellas en la primera mezcla de cada día.

- Una vez cada veinte (20) metros cúbicos o fracción.

Estos ensayos serán realizados por el Contratista y su costo irá repercutido en el precio ofertado. El laboratorio que realice dichos ensayos debe estar debidamente homologado.

### 2.3.15 Limpieza de la obras

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto.

## 2.4 Ejecución de las obras

### 2.4.1 Implantación en obra

#### 2.4.1.1 Definición y alcance

Al Contratista le serán asignados unos terrenos para el emplazamiento de las instalaciones auxiliares necesarias para la ejecución de los trabajos y construirá todas las instalaciones necesarias.

El primer trabajo en obra será la implantación de todos los elementos necesarios en una zona acotada por el Contratista a indicación de lo señalado en la Reunión de Lanzamiento. El Contratista instalará, a su cargo, las casetas de obra necesarias para su personal, incluidos los aseos necesarios, duchas, acometidas, suministros (luz de obra si es necesaria, depósito de agua, etc.).

A petición de la Propiedad, el Contratista instalará una caseta prefabricada para el personal de la Propiedad que cuente con las instalaciones mínimas necesarias para el desempeño de su actividad en la obra, contará con despachos, aseos y duchas, aire acondicionado, calefacción, instalación eléctrica y sanitaria. Será abonada según la unidad de obra definida en este apartado.

Si no existe infraestructura de servicios en las zonas de trabajo, el Contratista proveerá, a su cargo, los servicios básicos necesarios, como energía eléctrica, agua, saneamiento para las casetas de obra, etc.

Las instalaciones provisionales de obra serán mantenidas en perfecto estado de limpieza a lo largo de la duración de las obras. Si el Contratista no cumpliera fielmente en este punto, la Propiedad puede decidir realizarlo por sus medios, propios o ajenos, deduciendo las cantidades incurridas de la siguiente certificación y facturación del Contratista.

Tanto la primera instalación, como la limpieza de las instalaciones durante la obra, como el traslado al final de los trabajos, estarán prorrateadas en los precios y por lo tanto no serán objeto de certificación ni pago alguno.

#### 2.4.1.2 Verificación y replanteo

Previamente a cualquier otro trabajo el Contratista con sus medios y en presencia de la Propiedad, verificará el plano taquimétrico del terreno que formará parte del Proyecto de Construcción.

Este trabajo de replanteo consiste en el conjunto de operaciones que es preciso efectuar para trasladar al terreno los datos expresados en los Planos que definen la obra y se realizará según se especifica en el presente pliego.

El Contratista está obligado, además, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este replanteo, con inclusión de los clavos y estacas. También correrá de su cuenta el personal necesario para las mismas. El Constructor vigilará, conservará y responderá de las estacas o señales, haciéndose directamente responsable de cualquier desaparición o modificación de estos elementos, una vez aprobado el replanteo por la Propiedad.

### 2.4.2 Demoliciones

#### 2.4.2.1 Definición y alcance

Consiste en la demolición de elementos constructivos en general, paredes de bloque, forjados, vigas y pilares sobre rasante.

Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- Retirada de los materiales.

La demolición de elementos estructurales se realizará mediante el empleo de retros con cizalla o martillo, martillos neumáticos y sopletes. Se trata de una demolición realizada mayormente con medios mecánicos.

#### 2.4.2.2 Clasificación

- Demolición con máquina excavadora.
- Demolición por fragmentación mecánica.
- Demolición con explosivos.
- Demolición por impacto de bola de gran masa.
- Desmontaje elemento a elemento.
- Demolición mixta.
- Demolición por otras técnicas.

#### 2.4.2.3 Estudio de la demolición

Previamente a los trabajos de demolición se elaborará un estudio de demolición siendo el Contratista responsable del contenido de dicho estudio y de su correcta ejecución.

En el estudio de demolición deberán definirse como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los apeos y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Medios de evacuación y definición de zonas de vertido de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.

- Medidas de seguridad y salud.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### 2.4.2.4 Ejecución

Derribo de construcciones.

El Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efectuar las operaciones de derribo, así como de evitar que se produzcan daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno.

Antes de iniciar la demolición se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Se deberá prestar especial atención a conducciones eléctricas y de gas enterradas.

El empleo de explosivos estará condicionado a la obtención del permiso de la autoridad competente con jurisdicción en la zona de la obra, cuyo permiso será de cuenta y responsabilidad del Contratista.

La demolición con máquina excavadora únicamente será admisible en construcciones, o parte de ellas, de altura inferior al alcance de la cuchara.

Se prohíbe el derribo por empuje de edificaciones de altura superior a tres metros y medio (3,5 m).

En la demolición de edificios elemento a elemento será de aplicación la Norma Tecnológica de Edificación correspondiente a demoliciones (NTE-ADD).

En situaciones de demolición que aconsejaran el uso de explosivos y no fuesen éstos admisibles por su impacto ambiental, deberá recurrirse a técnicas alternativas tales como fracturación hidráulica o cemento expansivo.

Al finalizar la jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

Retirada de los materiales de derribo.

Los materiales de demoliciones se llevarán a vertedero, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de las autorizaciones pertinentes, debiendo presentar a la Propiedad copia de los correspondientes contratos.

Dentro de los límites de expropiación no se podrán hacer vertidos de material demolido.

Ç

### 2.4.3 Cimentaciones de hormigón armado para centros de transformación

#### 2.4.3.1 Definición y alcance

La unidad incluye:

- Mejora del terreno con suelo adecuado compactado
- Base de zahorra compactada

- Base de grava y geotextil, (si se require por potencial presencia de agua)
- Hormigón de limpieza
- El suministro y la colocación de las armaduras según planos.
- Encofrados.
- La colocación de tubos (si se requieren) y su mandrilado, incluso p.p. del mandril.
- El hormigonado.
- Placa de anclaje para colocación de equipos.

#### 2.4.3.2 Ejecución

Una vez realizada la excavación de la cimentación se procederá a realizar la mejora con zahorra bajo ésta, verter el hormigón de limpieza, posteriormente se encofrará y se colocará la armadura. Una vez dispuestas las armaduras, y previamente al hormigonado, se colocarán separadores de plástico para garantizar los recubrimientos superficiales del hormigón. Posteriormente se verterá el hormigón.

El hormigonado en la cara superior de las cimentaciones vistas se realizará el acabado en chaflán de 25x25 mm con berenjeno.

Sevilla, febrero de 2024

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 07. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 07. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**1. OBJETO ..... 5**

**2. NORMATIVA DE REFERENCIA ..... 6**

**3. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA ..... 6**

**4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR ..... 7**

**4.1 Medidas de minimización en la adquisición de materiales. ..... 8**

**4.2 Medidas de minimización en el comienzo de las obras ..... 8**

**4.3 Medidas de minimización en la puesta en obra ..... 8**

**4.4 Medidas de minimización del almacenamiento en obra ..... 9**

**5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS ..... 10**

**6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS ..... 11**

**7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS ..... 11**

**8. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR ..... 12**

**8.1 Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno ..... 12**

**8.2 Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación ..... 12**

**8.3 Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación) ..... 13**

**8.4 Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra 13**

**8.5 Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros ..... 13**

**9. PRESUPUESTO ..... 16**

**10. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS ..... 19**

**10.1 Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos ..... 19**

**10.2 Respecto a la segregación de los residuos ..... 20**

**10.3 Respecto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos ..... 21**

**10.4 Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos ..... 21**

**10.5 Requisitos generales de traslado (RD 180/2015) ..... 24**

# 1. Objeto

Se redacta el presente documento con el objeto de aportar la documentación complementaria con respecto a la gestión de los residuos generados durante la ejecución del presente proyecto, que contempla la construcción de la instalación de almacenamiento con baterías electroquímicas “TELEIRO LOS BARRIOS” y su línea de evacuación.

En aquellas obras donde se generen residuos de construcción y demolición (RCD), es de aplicación el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En caso de generar este tipo de residuos es obligatorio incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generaran en la obra, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada en el artículo 6 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una Economía Circular, conforme a la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capitulo independiente.

No son objeto de este estudio los elementos que forman la instalación. Al finalizar su vida útil, estos deben ser tratados como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, según se

dispone en el Real Decreto 110/2015, del 20 de febrero, que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2012119/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio. Esto se debe a que los componentes y equipos contienen materiales, como el teluro de cadmio o el dióxido de silicio, altamente tóxicos, que pueden suponer un riesgo para la salud pública y el medio ambiente, si la disposición o el reciclaje no se realizan correctamente. Estos materiales son extraídos y separados para, a continuación, ser tratados mediante procesos adecuados que garanticen su inocuidad. Su tratamiento se especificará en el apartado específico de desmantelamiento.

La identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, y aprobada mediante la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una Economía Circular, se muestran en los siguientes puntos de este documento.

## 2. Normativa de referencia

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).

Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una Economía Circular (BOE núm.

Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2012/19/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio. BOE núm. 45, de 21/02/2015).

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. (BOE núm. 187, de 208.07.2020).

Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).

Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.

## 3. Residuos Generados En La Obra

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Decisión 2014/955/UE), los residuos se clasifican mediante códigos seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

**Tierras limpias y materiales pétreos.**

- 17.05.04 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

**RCD (Residuos construcción y demolición):**

RCD de naturaleza pétrea:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17 09 04 Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.
- 17.03.02. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla distintas de las especificadas en el código 17 03 01

**Residuos peligrosos:**

- 15.02.02* Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.
- 15.01.11* Aerosoles. Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa
- 15.01.10*. Envases vacíos de metal o plástico que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

**Otros residuos:**

- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

# 4. Medidas De Prevención Y Minimización De Los Residuos A Generar

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

### 4.1 Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la Menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones ero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

### 4.2 Medidas de minimización en el comienzo de las obras

Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.

Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.

El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

### 4.3 Medidas de minimización en la puesta en obra

En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.

En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.

Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.

Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.

Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.

Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.

En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.

Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

### 4.4 Medidas de minimización del almacenamiento en obra

Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.

Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.

Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.

Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.

Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

# 5. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

| Código LER | Residuo | Tratamiento | Destino |
|---|---|---|---|
| 17 01 01 | Hormigón | Reciclado / vertedero | Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD |
| 17 01 02 | Ladrillos | Reciclado/vertedero | Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD |
| 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | Sin tratamiento específico | Restauración / vertedero |
| 17 04 05 | Metales: hierro y acero | Valorización | Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos |
| 17 09 04 | Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas | Reciclado / vertedero | Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD |
| 17 02 01 | Madera | Reciclado/Valorización | Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética |
| 17 02 03 | Plástico | Reciclado/Valorización | Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD |
| 17 04 11 | Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas. | Valorización | Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos |
| 20 01 39 | Envases de plástico | Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG) | Planta de reciclaje |
| 20 01 01 | Envases de papel y cartón | Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG) | Planta de reciclaje |
| 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | Valorización/eliminación | Planta de tratamiento/ vertedero |
| 15 02 02 | Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados. | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |
| 15 01 11 | Aerosoles | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |
| 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminados. | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

## 6. Medidas Para La Separación De Los Residuos

Se realizará una segregación por fracciones, en caso de que dichas fracciones de forma individualizada superen las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

En caso concreto de esta obra las cantidades a generar se estiman en el apartado 7.

## 7. Pliego de prescripciones técnicas

Este pliego se adjunta como ANEXO del presente estudio.

# 8. Estimación de los residuos a generar

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

## 8.1 Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo.

Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

## 8.2 Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimiento de tierras para la explanación.

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones de 0,60 m de profundidad y 0,50m de ancho. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

Para la ubicación de los centralizados será necesario realizar excavaciones y cimentaciones.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y del bloque de potencia.

Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

### 8.3 Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

El transformador se cimentará sobre losa de hormigón. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

### 8.4 Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes. Se incluyen también los restos de asfaltado de viales.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

### 8.5 Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

a) Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

- 02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación.

Aproximadamente 0,02 t/m².

b) Tierras y pétreos procedentes de demolición.

RCD de naturaleza pétrea

- 17 01 01 Hormigón y 17 01 02 Ladrillos

Al no haber demoliciones no se esperan residuos de esta naturaleza.

c) Tierras y pétreos procedentes de excavación.

- 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones. Aproximadamente 1,8 t/m³.

d) RCD resultantes de la ejecución de la obra.

RCD de naturaleza pétrea

- 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones. Aproximadamente 2,5 t/m³

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no será necesario el uso de ladrillos.

RCD de naturaleza no pétrea

- 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en palets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

e) Otros residuos:

- 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

- 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

| Etapa; Construcción | | |
|---|---|---|
| **Tipo de Residuo** | **Cantidad** | **Unidad** |
| **Aguas Servidas** | **2592** | m3 |
| **Residuos Domésticos** | **43,2** | Tn |
| **ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN** | | |
| **Residuos No Peligrosos** | | |
| Hormigón total 170101 [10,16%] | 3,90917328 | Tn |
| Ladrillos y cerámicos 170102 170103 [1,07%] | 0,41169443 | |
| Vidrio170202 [0,37%] | 0,14236163 | |
| Restos metálicos 170405 [4,58%] | 1,76220607 | |
| Cables 170411 [1,72%] | 0,41169443 | |
| Excedentes de excavación 170504 [74,78%] | 28,7724388 | |
| Materiales de aislamiento 170604 [4,15%] | 1,59675877 | |
| Papel y cartón 200101 [1,15%] | 0,44247532 | |
| Madera 170201 [1,11%] | 0,42708488 | |
| Plásticos 170203 (0,49%] | 0,18853296 | |
| **SUBTOTAL RESIDUOS NO PELIGROSOS** | **38,0644206** | Tn |
| **Residuos Peligrosos** | | |
| | | |
| Restos de pintura [0,07%] | 0,02693328 | |
| Envases que han contenido sust. Peligrosas 150 | 0,11158073 | |
| Residuos de combustibles líquidos [0,02%] | 0,00769522 | |
| Pilas secas de mercurio [0,01%] | 0,00384761 | |
| Tierra impregnada con aceite mineral [0,02%] | 0,00769522 | |
| Aceites usados 13020* [0,01%] | 0,00384761 | |
| **SUBTOTAL RESIDUOS PELIGROSOS** | **0,16159968** | |
| **TOTAL RESIDUOS (T)** | **38,2260203** | Tn |

En esta obra no se producirán aceites usados, ya que el mantenimiento de la maquinaria se realizará en talleres autorizados.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar de forma separada pequeñas cantidades de residuos en las zonas de trabajo siendo estos trasladados

a un almacén propiedad del contratista en el que se dispondrán en big-bags rotulados y separados para realizar una gestión adecuada de los mismos hasta la retirada por gestor autorizado

Para la estimación de cantidades, se dispone de datos procedentes de la experiencia en obra y proyectos previamente realizados, siendo información suficiente en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

El contratista estará obligado al cumplimiento del Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.

Para la correcta gestión de los residuos generados, el promotor de la obra se dará de alta como productor de residuos peligrosos y dará cumplimiento al Real Decreto 105/2008, por el que se regula la gestión de Residuos de Construcción y Demolición. De esta forma, los residuos serán clasificados, almacenados en contenedores específicos para cada una de las categorías, identificados y puestos a disposición del vertedero autorizado o, en su caso, del gestor autorizado

| Etapa; Explotación | | |
|---|---|---|
| **Tipo de Residuo** | **Cantidad** | **Unidad** |
| Aceites lubricantes 130206 | 500 | Kg |
| Filtros de aceite lubricante 130899 | 250 | |
| Envases de pintura y disolventes 150110 | 500 | |
| Trapos y papel sucios de lubricantes y disolventes 150202 | 750 | |
| Fluorescentes 200121 | 25 | |
| Agua + detergentes lavado 200129 | 500 | |
| Aguas Servidas | 4500 | |
| Residuos Domésticos | 150 | |

## 9. Presupuesto

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tipos de almacenamiento de residuos incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión

| | | |
|---|---|---|
| 1 saca de 1 m³ | 50€ | 50 €/m³ |
| 1 bidón de 1 m³ | 100 € | 100 €/ m³ |
| 1 contenedor de media capacidad | | |
| (5 –10 m³), normalmente de 7 m³ | 200€ | 30 €/ m³ |
| 1 contenedor de alta capacidad | | |
| (más de 12 m3) | 300€ | 25 €/ m³ |
| 1 carga de camión de transporte | | |
| de hasta 10 t | 58€ | 8 €/ m³ |

| GESTIÓN DE RESIDUOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.1 | | **RESIDUOS PELIGROSOS** | | | |
| 7.1.1 | t | Pinturas | 0,03 | 178,21 | 4,81 € |
| 7.1.2 | t | Aceites | 0,00 | 34,49 | 0,14 € |
| 7.1.3 | t | Envases | 0,11 | 34,49 | 3,83 € |
| 7.1.4 | t | Aerosoles | 0,01 | 1247,50 | 9,98 € |
| 7.1.5 | t | Trapos de limpieza y material impregnado de aceite | 0,11 | 219,61 | 24,16 € |
| 7.1.6 | t | RCD que contienen sustancias peligrosas | 0,11 | 132,22 | 14,68 € |
| | | Subtotal 7.1 | | | **57,59 €** |
| 7.2 | | **RESIDUOS NO PELIGROSOS** | | | |
| 7.2.1 | t | Envases | 0,19 | 34,49 | 6,55 € |
| 7.2.2 | t | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y cerámicos | 1,41 | 4,02 | 5,67 € |
| 7.2.3 | t | Madera | 0,43 | 11,50 | 4,95 € |
| 7.2.4 | t | Plástico | 0,19 | 34,49 | 6,55 € |
| 7.2.5 | t | Cobre, bronce y latón | 1,76 | -559,20 | -985,31 € |
| 7.2.7 | t | Cables sin hidrocarburos, alquitrán o sustancias peligrosas | 0,41 | -466,00 | -191,53 € |
| 7.2.8 | t | Papel y cartón | 0,44 | -39,00 | -17,24 € |
| 7.2.9 | t | Residuos municipales mezclados | 0,15 | 56,34 | 8,45 € |
| 7.2.10 | t | Vidrio, aluminio, silicio | 0,14 | 25,29 | 3,59 € |
| | | Subtotal 7.2 | | | **-1.158,31 €** |
| 7.3 | | **ALMACENAMIENTO EN OBRA** | | | |
| 7.3.1 | t | Alquiler de contenedores para residuos | 6,00 | 214,18 | 1.285,08 € |
| | | Subtotal 7.3 | | | **1.285,08 €** |
| 7.4 | | **TRANSPORTE DE RESIDUOS** | | | |
| 7.4.1 | t | Transporte residuos | 20,00 | 132,13 | 2.642,60 € |
| | | Subtotal 7.4 | | | **2.642,60 €** |
| **TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS** | | | | | **2.826,96 €** |

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto del PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS

ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ, asciende a la cantidad de DOS MIL OCHOCIENTOS VEINTE Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y SEIS CENTIMOS (2.826,96 €).

Sevilla, febrero de 2024

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# 10. Pliego De Prescripciones Técnicas

## 10.1 Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.

El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.

El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.

Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.

Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.

Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a

la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

### 10.2 Respecto a la segregación de los residuos

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.

En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.

El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

### 10.3 Respecto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

### 10.4 Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art.11 del Reglamento de Residuos de Andalucía, aprobado por Decreto 73/2012, de 22 de marzo. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.

- Disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones que fije su autorización, donde los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.)
- No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- Durante su almacenamiento, los residuos deberán permanecer identificados y, en el caso de los residuos peligrosos, además deberán estar envasados y etiquetados con arreglo a la normativa vigente.

¿Dónde situarlo?

- En el exterior bajo cubierta,
- Dentro de la nave,
- En intemperie en envases herméticamente cerrados

Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:

- Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
- Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
- Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
- Alejado de la red de saneamiento
- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se envasarán, en aplicación del artículo 21.d) de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, según el artículo 35 del Reglamento (CE) 1272/2008, de 16 de diciembre de 2008 , sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n.º 1907/2006.

Así, todo envase que contenga sustancias o mezclas peligrosas deberá cumplir las siguientes condiciones:

- deberá estar concebido y realizado de modo que se evite la pérdida del contenido, excepto cuando estén prescritos otros dispositivos de seguridad más específicos;

- los materiales con los que estén fabricados los envases y los cierres no deberán ser susceptibles al daño provocado por el contenido ni formar, con este último, combinaciones peligrosas;
- los envases y los cierres habrán de ser fuertes y sólidos en todas sus partes con el fin de impedir holguras y responder de manera segura a las exigencias normales de manipulación;
- los envases con un sistema de cierre reutilizable habrán de estar diseñados de forma que puedan cerrarse repetidamente sin pérdida de su contenido.
- 1 recipiente/cada tipo de residuo
- Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.

Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán (art. 21.e Ley 7/2022, de 8 de abril):

- Estar etiquetados de forma clara y visible, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado.
- La etiqueta deberá ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, las indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.
- El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm. No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.

En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información:

  - El código LER y la descripción del residuo, así como el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo I.
  - Nombre, NIMA, dirección, postal y electrónica, y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
  - Fecha en la que se inicia el depósito de residuos.

- La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, que se indicará mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008.

Cuando se asigne a un residuo envasado más de un pictograma, se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº 1272/2008. En la etiqueta se harán constar todos los pictogramas de peligro que se le asignen al residuo.

Se dispondrá de un archivo electrónico donde se recojan, por orden cronológico, la cantidad, naturaleza y origen del residuo generado y la cantidad de productos, materiales o sustancias, y residuos resultantes de la preparación para la reutilización, del reciclado, de otras operaciones de valorización y de operaciones de eliminación; y cuando proceda, se inscribirá también el destino, la frecuencia de recogida, el medio de transporte y el método de tratamiento previsto del residuo resultante, así como el destino de productos, materiales y sustancias. Las inscripciones del archivo cronológico se realizarán, de conformidad con los anexos II y III.

El archivo cronológico se conformará a partir de la información contenida en las acreditaciones documentales exigidas en la producción y gestión de residuos a los productores y gestores de residuos conforme a lo establecido en la ley 7/2022 (art.64)

Se guardará la información del archivo cronológico durante, al menos, cinco años y estará a disposición de las autoridades competentes a efectos de inspección y control. (Artículo 64; Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.).

### 10.5 Requisitos generales de traslado (RD 180/2015)

- Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento.

Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

- Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
- Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
- Periodicidad estimada de los traslados.
- Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
- Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.
- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.

- Número de documento de identificación.
- Número de notificación previa.
- Fecha de inicio del traslado.
- Información relativa al operador del traslado.
- Información relativa al origen del traslado.
- Información relativa al destino del traslado.
- Características del residuo que se traslada.
- Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
- Otras informaciones.

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, que entregará al transportista.
- Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
- El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.

En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino.

En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

Sevilla [redacted]

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

# DOCUMENTO 08. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 08. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

Sevilla, febrero de 2024

| | Actividades | 2023 | | | 2024 | | | | | | | | | | | | 2025 | | | | | | | | | | | | 2026 | | | | | | | | | | | | Total Meses |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Q4 | | | Q1 | | | Q2 | | | Q3 | | | Q4 | | | Q1 | | | Q2 | | | Q3 | | | Q4 | | | Q1 | | | Q2 | | | Q3 | | | Q4 | | | |
| | | M10 | M11 | M12 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | |
| **1** | **Permisos y tramitación** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.1** | Declaración de Impacto Ambiental | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| **1.2** | Autorización Administrativa Previa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| **1.3** | Autorización Administrativa de Construcción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| **1.4** | Licencia de obra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| **1.5** | Autorización Administrativa de Explotación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| **2** | **Obra Civil** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2.1** | Excavacion de zanjas y Centro de Seccionamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| **2.2** | Cimentacion para los Equipos de Potencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| **2.3** | Cimentacion para los Contenedores de Almacenamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| **3** | **Compra y transporte de los equipos** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **3.1** | Compra y fabricación de los Contenedores de Almacenamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| **3.2** | Transporte y recepción de los Contenedores de Almacenamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| **3.3** | Compra y fabricación de los Equipos de Potencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| **3.4** | Transporte y recepción de los Equipos de Potencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| **4** | **Montaje** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4.1** | Instalación de los Contenedores de Almacenamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| **4.2** | Instalación de los Equipos de Potencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4.3** | Instalación cableado DC y AC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| **4.4** | Instalación cableado evacuación MT y F.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| **4.5** | Equipos auxiliares | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| **4.6** | Instalación del Centro de Seccionamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| **5** | **Montaje eléctrico** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **5.1** | Ensayos en frío del Centro de Seccionamiento y Línea de Evacuación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| **5.2** | Energización del Centro de Seccionamiento y Línea de Evacuación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| **5.3** | Pruebas en tensión Centro de Seccionamiento y Línea de Evacuación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| **5.4** | Pruebas código de red | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| **5.5** | Pruebas producción y PR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **5.6** | COD operación 100% comercial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |

**Declaración de impacto ambiental**

**Autorizacion adminitrativa previa**

**Autorización explotación definitiva**

**Puesta en servicio del Sistema**

Sevilla [redacted]

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 09. PRESUPUESTO

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 09. PRESUPUESTO

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**1. PRESUPUESTO COMPLETO ..... 4**

**2. RESUMEN CAPÍTULOS Y SUBCAPÍTULOS ..... 10**

**3. RESUMEN PRESUPUESTO ..... 11**

# 1. Presupuesto Completo

| | | Unidad | Medición | Coste Unit. (€) | Importe (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **EQUIPOS PRINCIPALES** | | | | **4.830.017,59** |
| **1.1** | **ALMACENAMIENTO** | | | | **4.097.657,45** |
| 1.1.1 | Battery Rack + Container integration | uds | 6,00 | 503.193,60 | 3.019.161,60 |
| 1.1.2 | Logista | uds | 1,00 | 64.092,31 | 64.092,31 |
| 1.1.3 | Recambios | uds | 1,00 | 45.287,42 | 45.287,42 |
| 1.1.4 | Soporte técnico de puesta en marcha | uds | 1,00 | 33.226,03 | 33.226,03 |
| 1.1.5 | Extensión de garantías | | | | |
| | Año 1 al año 3 | año | 3,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Año 4 al año 5 | año | 2,00 | 30.191,62 | 60.383,24 |
| | Año 6 al año 10 | año | 5,00 | 45.287,42 | 226.437,10 |
| | Año 11 al año 15 | año | 5,00 | 54.334,91 | 271.674,55 |
| | Año 16 al año 20 | año | 5,00 | 75.479,04 | 377.395,20 |
| **1.2** | **INVERSOR Y CONVERTIDOR** | | | | **732.360,14** |
| 1.2.1 | INGECON SUN STORAGE FSK - Double Inverter | uds | 1,00 | 478.352,92 | 478.352,92 |
| | INGECON SUN STORAGE 3824TL C600<br>The supply includes:<br>• Up to 24 pairs of DC fuses (DC fuses not included)<br>• INGECON SUN STORAGE Power, C Series family BESS central inverter<br>• Maximum DC Voltage: 1500 V<br>• Maximum AC Power: 2783,40 kVA @35ºC<br>• Regulation: IEC standards | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | • Rated AC Voltage: 600 Vac<br>• Grid code considered: CE - SPAIN - RD1699/2011 + PO 12.2<br>• AC and DC surge arresters: No RVDC - Type I+II RVAC<br>• AC and DC precharge kit<br>• Communications: Ethernet<br>• Reactive Power at night included in each inverter<br>Additional accessories included:<br>• Insulation Monitoring Relay (Bender or equivalent)<br>• 2CTs/VTs for AC metering<br>INGECON SUN STORAGE 6650 FSK C series<br>Includes:<br>• 6.65 kVA 15kV Power Losses: ECO Tier 2 (for the European Union)<br>• MV RMU 2L1C 24 kV up to 20kA 1s<br>• Breaker motorization • Auxiliary Transformer OUTDOOR 30 kVA<br>Dyn11 IP54 • Communications panel:<br>- Remote controller I/O: RTU – Beckhoff<br>- Switch Ethernet – fiber (with 2xRJ45 ports for client use)<br>- 2 x patch panel OF SC Multi mode<br>• 24V UPS for comms with 3 hours autonomy<br>• Oil retention tank included in the MVT<br>• Foundation anchoring screw set<br>• Standard UPS 3000VA 15min<br>• Key Interlock between RMUs<br>• Motorization of the circuit breaker for transformer position | | | | |
| 1.2.2 | INGECON SUN DC-DC<br>• Bi-directional buck-boost converter directed at standalone or PV-coupled 1,500 V battery energy storage systems<br>• Type II surge arresters | uds | 18,00 | 8.530,91 | 153.556,36 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | • Insulation failure monitoring.<br>• Overheat protection<br>• High protection degree IP65 / NEMA 3R | | | | |
| 1.2.3 | Ingeniería & Project Manager | uds | 1,00 | 54.574,86 | 54.574,86 |
| 1.2.5 | Servicios<br>• FAT with Customer<br>• Power Converter and Station commissioning<br>• SAT & Control commissioning<br>• Training for plant operation | uds | 1,00 | 45.876,00 | 45.876,00 |
| **2** | **MONTAJE ELECTROMECÁNICO** | | | | **78.518,08** |
| **2.1** | **CABLEADO** | | | | **78.518,08** |
| 2.1.1 | Suministro y tendido de cable unipolar 1x300 mm2 conductor de cobre estañado tipo H1Z2Z2-K aislamiento en XLPE DC 1,8 kV AC 1,2 kV acorde a UNE 50396 resistente UV desde contenedor de baterias hasta inversores en bloque de potencia, y circuitos AC de SSAA | m | 540,00 | 12,06 | 6.512,40 |
| 2.1.2 | Suministro y tendido de cable unipolar 1x150 mm2 conductor de cobre estañado tipo H1Z2Z2-K aislamiento en XLPE DC 1,8 kV AC 1,2 kV acorde a UNE 50396 resistente UV para neutro en circuitos AC de SSAA | m | 500,00 | 9,10 | 4.550,00 |
| 2.1.3 | Suministro y tendido de terna de cable unipolar de MT RHZ1-2OL 20 kV 1x240 mm² (Al) pantalla de 16 mm² enterrado bajo tubo de acuerdo a estandares locales. Incluye conexiones internas de MT | m | 450,00 | 54,09 | 24.340,50 |
| 2.1.4 | Suministro y formación de conectores enchufables para terna de cable unipolar de MT 12/20 kV 240 mm2 Al, para conexión de líneas MT a celdas en bloques de potencia y SE | m | 54,00 | 652,17 | 35.217,18 |
| 2.1.5 | Suministro y tendido de cable para circuito de baja tensión formado por manguera RV 0,6/1 kV de cobre de sección 4x16mm² | m | 200,00 | 3,59 | 718,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.1.6 | Suministro y tendido de cable de fibra óptica monomodo para comunicaciones entre los inversores de los Bloques de Potencia, subestación y edificio de control. Se incluirá el material necesario para la fijación y tendido de cable por el edificio | m | 500,00 | 13,30 | 6.650,00 |
| 2.1.7 | Suministro y tendido en zanja de cable desnudo de 95 mm2 para puesta a tierra | m | 100,00 | 5,30 | 530,00 |
| **3** | **SISTEMA DE CONTROL** | | | | **110.223,00** |
| **3.1** | **CONTROL** | | | | **110.223,00** |
| | Control<br>• Power Plant Controller - EMS -: AAC<br>• Switch - Firewall<br>• P.O.C. meter device (ONLY THE METTER, CUSTOMER SHALL PROVIDE CT AND VTs)<br>• BESS control cabinet: To be integrated by third party in the plant building<br>• PC for Plant Scada, including S.O. and general SW licenses<br>• HMI License<br>• Data recorder license<br>• Configuration (IC3 + HMI): 1,5 month-person | uds | 1,00 | 110.223,00 | 110.223,00 |
| **4** | **OBRA CIVIL** | | | | **68.118,24** |
| **4.1** | **RED DE TIERRAS** | | | | **7.038,99** |
| 4.1.1 | Suministro y completa instalación de cable desnudo de 95 mm2 para puesta a tierra, incluye movimiento de materiales, medios auxiliares y medidas de seguridad , totalmente rematado | m | 100,00 | 9,32 | 932,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.1.2 | Suministro y montaje de conexión en T o en X ejecutada mediante soldadura aluminotérmica tipo CADWELL, incluye movimiento de materiales, medios auxiliares y medidas de seguridad, totalmente rematado | uds | 68,00 | 46,97 | 3.193,96 |
| 4.1.3 | Pica de zinc ánodo de sacrificio tipo 15 Zn de Ø18mm L=1,50m conexionada en cabeza a cable de cobre mediante soldadura de alto punto de fusión tipo CADWELL o mediante grapa, unión aislada del contacto con el terreno mediante recubrimiento de material adecuado, incluye Incluso medidas de seguridad, material auxiliar, conexionado, probado y montado | uds | 0,00 | 18,75 | 0,00 |
| 4.1.4 | Arqueta para a alojar toma de tierra y puente de prueba, realizada con fábrica de ladrillo macizo, recibido con mortero de cemento, enfoscada y bruñida en su interior., incluye excavación y relleno perimetral posterior, solera de hormigón H-150 de 15 cm. de espesor, cerrada superiormente con tapa de fundición normalizada, borne de conexión y prueba | uds | 1,00 | 120,27 | 120,27 |
| 4.1.5 | Conexión de cable 95 mm2 a armadura corrugada mediante un conector protegido para evitar el contacto con el hormigón, incluye movimiento de materiales, medios auxiliares y medidas de seguridad | uds | 68,00 | 41,07 | 2.792,76 |
| **4.2** | **CIMENTACIONES** | | | | **11.079,25** |
| 4.2.1 | Suministro y total colocación de hormigón de limpieza de dosificación mínima de cemento 150 kg/m3, consistencia blanda, Tmáx 20 mm., HM-30/B/40/I, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido, vibrado, curado, ejecutado mediante medios manuales y/o mecánicos, totalmente ejecutado | m3 | 13,00 | 82,15 | 1.067,95 |
| 4.2.2 | Suministro y vertido de hormigón armado HA-30/B/20/IIa, consistencia blanda, Tmáx 20 mm., elaborado en central para relleno de losa de cimentaciones, con espesor variable, incluyendo encofrado y | m3 | 65,00 | 154,02 | 10.011,30 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | desencofrado, armadura a base de acero B-500S conforme a proyecto, incluso vibrado, curado, ejecutado mediante medios manuales y/o mecánicos, totalmente ejecutado | | | | |
| **4.3** | **GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION** | | | | **50.000,00** |
| 4.3.1 | Habilitación del emplazamiento, gestión de residuos de construcción y demolición | MWh | 20,00 | 2.500,00 | 50.000,00 |
| **5** | **VARIOS** | | | | **50.000,00** |
| **5.1** | **VARIOS** | | | | **50.000,00** |
| 5.1.1 | CTE y puesta en servicio de la planta | uds | 1,00 | 50.000,00 | 50.000,00 |
| **6** | **INGENIERÍA** | | | | **14.400,00** |
| **6.1** | **INGENIERÍA** | | | | **14.400,00** |
| 6.1.1 | Ingeniería constructiva de la planta y dirección de obra | MWh | 20,00 | 720,00 | 14.400,00 |
| **7** | **SEGURIDAD Y SALUD** | | | | **10.871,06** |
| **7.1** | **SEGURIDAD Y SALUD** | | | | **10.871,06** |
| 7.1.1 | Partida de seguridad y salud según estudio anexo a Proyecto | uds | 1,00 | 10.871,06 | 10.871,06 |

## 2. Resumen Capítulos y Subcapítulos

| RESUMEN CAPÍTULOS Y SUBCAPÍTULOS | | |
|---|---|---|
| | Importe (€) | |
| 1 EQUIPOS PRINCIPALES | 4.830.017,59 | 93,57% |
| 1.1 ALMACENAMIENTO | 4.097.657,45 | |
| 1.2 INVERSOR Y CONVERTIDOR | 732.360,14 | |
| 2 MONTAJE ELECTROMECÁNICO | 78.518,08 | 1,52% |
| 2.1 CABLEADO | 78.518,08 | |
| 3 SISTEMA DE CONTROL | 110.223,00 | 2,14% |
| 3.1 CONTROL | 110.223,00 | |
| 4 OBRA CIVIL | 68.118,24 | 1,32% |
| 4.1 RED DE TIERRAS | 7.038,99 | |
| 4.2 CIMENTACIONES | 11.079,25 | |
| 4.3 GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION | 50.000,00 | |
| 5 VARIOS | 50.000,00 | 0,97% |
| 5.1 VARIOS | 50.000,00 | |
| 6 INGENIERÍA | 14.400,00 | 0,28% |
| 6.1 INGENIERÍA | 14.400,00 | |
| 7 SEGURIDAD Y SALUD | 10.871,06 | 0,21% |
| 7.1 SEGURIDAD Y SALUD | 10.871,06 | |
| TOTAL | 5.162.147,97 | 0,26 €/Wh |

## 3. Resumen Presupuesto

| RESUMEN DE PRESUPUESTO | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Importe (€)** | |
| **1** | **EQUIPOS PRINCIPALES** | **4.830.017,59** | **94,03%** |
| **2** | **MONTAJE ELECTROMECÁNICO** | **78.518,08** | **1,53%** |
| **3** | **SISTEMA DE CONTROL** | **110.223,00** | **2,15%** |
| **4** | **OBRA CIVIL** | **68.118,24** | **1,33%** |
| **5** | **VARIOS** | **50.000,00** | **0,97%** |
| **6** | **INGENIERÍA** | **14.400,00** | **0,28%** |
| **7** | **SEGURIDAD Y SALUD** | **10.871,06** | **0,21%** |
| | NOTA: El presupuesto anterior agrupado por conceptos constructivos es el siguiente: | | |
| | | | |
| | PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A OBRA CIVIL | **68.118,24** | |
| | PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A EQUIPOS | **4.940.240,59** | |
| | PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A INSTALACIONES | **78.518,08** | |
| | PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A VARIOS | **50.000,00** | |
| | | | |
| | **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)** | **5.136.876,91** | **0,26 €/Wh** |
| | **GASTOS GENERALES 10%** | **513.687,69** | |
| | **BENEFICIO INDUSTRIAL 5%** | **256.843,85** | |
| | **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN CONTRATISTA (PEC)** | **5.932.679,51** | **0,30 €/Wh** |

El presente presupuesto asciende a la cantidad de **CINCO MILLONES CIENTO TREINTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS (5.136.876,91 €)**.

Sevilla

Enrique

Ingeniero Industrial colegiado 2692

del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Andalucía Occidental.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 04. PLANOS

# PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

## DOCUMENTO 04. PLANOS

Sevilla, febrero de 2024

**Índice:**

**PLANO 01. SITUACIÓN ..... 4**

**PLANO 02. EMPLAZAMIENTO ..... 5**

**PLANO 03. IMPLANTACIÓN GENERAL ..... 6**

**PLANO 04. UNIFILAR GENERAL ..... 7**

**PLANO 05. POWERSTATION FSK SERIES C INVERSOR DC/AC Y CONVERTIDOR DC/DC ..... 8**

**PLANO 06. CONTENEDOR ALMACENAMIENTO BATERÍAS ..... 9**

# Plano 01. Situación

TÉRMINO MUNICIPAL DE LOS BARRIOS (CÁDIZ)

TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN ROQUE (CÁDIZ)

TÉRMINO MUNICIPAL DE ALGECIRAS (CÁDIZ)

PUNTO DE CONEXIÓN

Tramo de M.T. unicado RSMT próxima de la línea de M.T. Cicenite de 20 kV con coordenadas X: 281036,19 e Y: 4007439,70 en HUSO 30, ubicada en el término municipal de Los Barrios (Cádiz), perteneciente a la red de distribución de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

FUTURA PLANTA ALMACENAMIENTO

LSMT 20 kV PROYECTADA

Los Barrios

Guadacorte

Palmones

Puente Romano

Cortijo Grande

Ringorrango

Las Pilas

Huerta de San Isidro

Vega del Milagro

Cerro de Monreal

Cerro Blanco

Las Albutreras

Boca Negra

Haza del Algarrobo

Cerro del Pan de Balde

El Castillón Chico

Cara de Marojo

Haza de San Antón

Cerro del Calvario

Los Cuartillos

Palmonillo

Residencial Cortijo Grande

Las Presas

Cortijo de las Albutreras

Cortijo de Villalta

Cortijo del Castillón Chico

Cortijo del Castillón

El Castillón

Haza de las Peñas

Cortijo del Lobo

La Chocha

El Lobo

El Alambique

Pasada de Jimena

Estación Depuradora de Algeciras

Palacio de Guadacorte

Subestación Eléctrica

La Pólvora

Polígono Industrial de San Roque

Los Soldados

Barriada de Miraflores

Taraguilla

Cantarranas

Venta Alhambra

Venta de Miraflores

San José

San Félix

Vega de Prado

Pueblo Sur

Guadacorte

El Cerrado

Central Térmica

ACERINOX

Los Álamos

Venta del Carmen

Cortijo de Torres

Las Cañadas

El Castellón

Cruz del Padre Ventura

Huerta del Chorro

Tejar del Antequerano

Haza del Castellón

Induquímica

Petresa

Refinería CEPSA

Central Térmica Bahía de Algeciras

Ruinas de Carteya

Guadarranque

Intercar

Playa de los Roncalillo

Punta del Gallo o del Mirador

Puente Mayorga

Cortijo de la Cruz

Viñas

Albisa

Venta de la Salud

Fábrica de Corcho

Cortijo de Almoguera

El Fresno

La Meridiana

Punta del Rinconcillo

Playa del Rinconcillo

El Acebuchal

Muelle

BAHÍA DE ALGECIRAS

MAR MEDITERRÁNEO

CA-5121

CA-3322

CA-2321

N-340 E-15

A-381

Río Guadacorte

Río Guadarranque

Río Palmones

Río Cañas

Río Barbate

Arroyo del Canuto

Arroyo del Majoleto

Arroyo del Bochorno

Arroyo del Acebuche

Arroyo del Solitario

Arroyo de la Cuesta de Palmares

Arroyo Honda

Arroyo Barranco de Cañada Honda

Arroyo Madre

Arroyo de las Cañas

Arroyo Cachón

Arroyo de las Viñas

Arroyo Tinoco

Arroyo Cuco

Arroyo Boquete

Arroyo Tosca

Arroyo Blanco

Arroyo Real

Arroyo Cañada

Arroyo Albutreras

Arroyo Roque

Arroyo San Roque

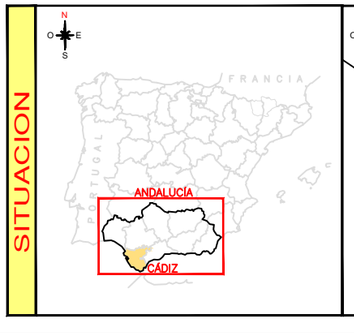
Arroyo Barranco de Cañada Honda

Arroyo Barranco de Cañada Honda

Arroyo Barranco de Cañada Honda

# Plano 02. Emplazamiento

SITUACION



| | |
|---|---|
| TRAZA SUBTERRÁNEA 20 kV | |
| FUTURA PLANTA ALMACENAMIENTO | |
| LSMT 20 kV E-DISTRIBUCIÓN | |
| LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL | |
| PARCELA CATASTRAL | |
| 1107504TF8017S0001TR<br>1107505TF8017S0001FR | |
| UTM | X: 281.023 |
| | Y: 4.007.407 |
| HUSO | 30 |

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS "TELEIRO LOS BARRIOS" DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

Los Barrios (Cádiz)

PROMOTOR: TELEIRO SOLAR, S.L.

PLANO: EMPLAZAMIENTO

NUMERO: 02

INGENIERO INDUSTRIAL: Enrique Gutiérrez Calderón
Nº colegiado: 2692 de COIIAOC
[redacted]

REVISIÓN: 00

ESCALA: 1 / 10.000

FECHA: Febrero 2024

coagener

C/ Irlanda 13, oficinas 4 y 5. Alcalá de Guadaíra, 41500 (Sevilla)

# Plano 03. Implantación General

TÉRMINO MUNICIPAL
DE LOS BARRIOS
(CÁDIZ)

ARQUETA A2.2

PUNTO DE CONEXIÓN
Tramo de M.T. unicado RSMT próxima de la línea de M.T. Cicenite de 20 kV con coordenadas X: 281036,19 e Y: 4007439,70 en HUSO 30, ubicada en el término municipal de Los Barrios (Cádiz), perteneciente a la red de distribución de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

LSMT 20 kV PROYECTADA

ARQUETA A2.1

FUTURA PLANTA
ALMACENAMIENTO

CENTRO DE SECCIONAMIENTO
TELEIRO LOS BARRIOS

N

**LEYENDA:**

- FULL SKID. INVERSOR + TRANSFORMADOR
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- ALMACENAMIENTO DE BATERIAS
- CONVERTIDOR DC/DC
- ARQUETA TIPO A2
- LÍMITE EDIFICACIÓN
- INSTALACIÓN INTERIOR BAJA TENSIÓN SOBRE BANDEJA
- INSTALACIÓN INTERIOR MEDIA TENSIÓN SOBRE BANDEJA
- LÍNEA EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA MT

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS "TELEIRO LOS BARRIOS" DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

Los Barrios (Cádiz)

PROMOTOR: TELEIRO SOLAR, S.L.

PLANO: IMPLANTACIÓN GENERAL

NUMERO: 03

INGENIERO INDUSTRIAL: Enrique Gutiérrez Calderón
Nº colegiado: 2692 de COIIAOC
[redacted]

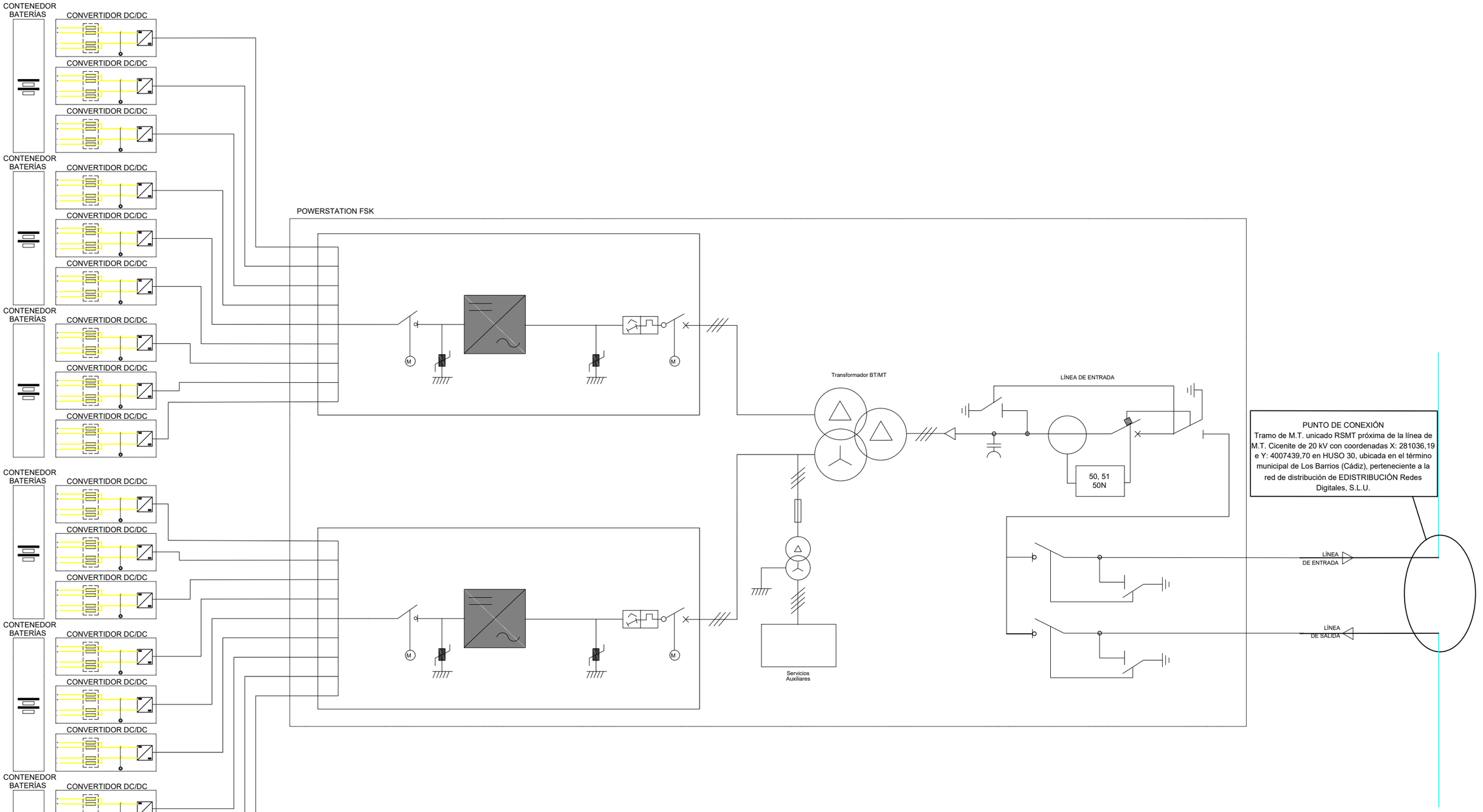
REVISIÓN: 00

ESCALA: 1 / 250

FECHA: Febrero 2024

C/ Irlanda 13, oficinas 4 y 5. Alcalá de Guadaíra, 41500 (Sevilla)

# Plano 04. Unifilar General




PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS "TELEIRO LOS BARRIOS" DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

Los Barrios (Cádiz)

PROMOTOR: TELEIRO SOLAR, S.L.

PLANO: UNIFILAR GENERAL

NUMERO: 04


INGENIERO INDUSTRIAL: Enrique Gutiérrez Calderón
Nº colegiado: 2692 de COIIAOC
[redacted]


REVISIÓN: 00

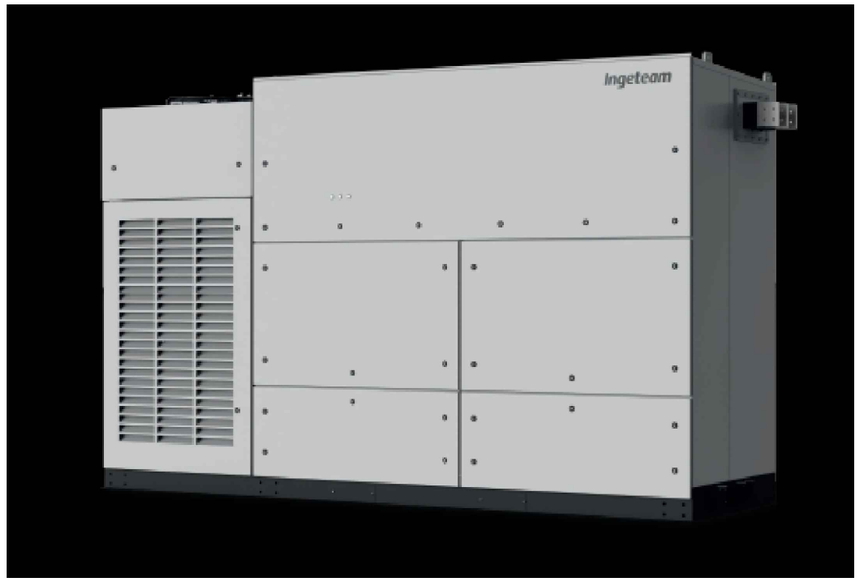
ESCALA: S/E

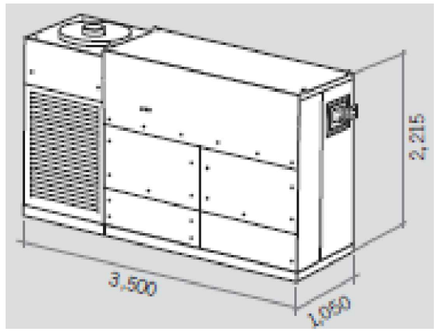
FECHA: Febrero 2024


C/ Irlanda 13, oficinas 4 y 5. Alcalá de Guadaíra, 41500 (Sevilla)

# Plano 05. PowerStation FSK Series C Inversor DC/AC y Convertidor DC/DC

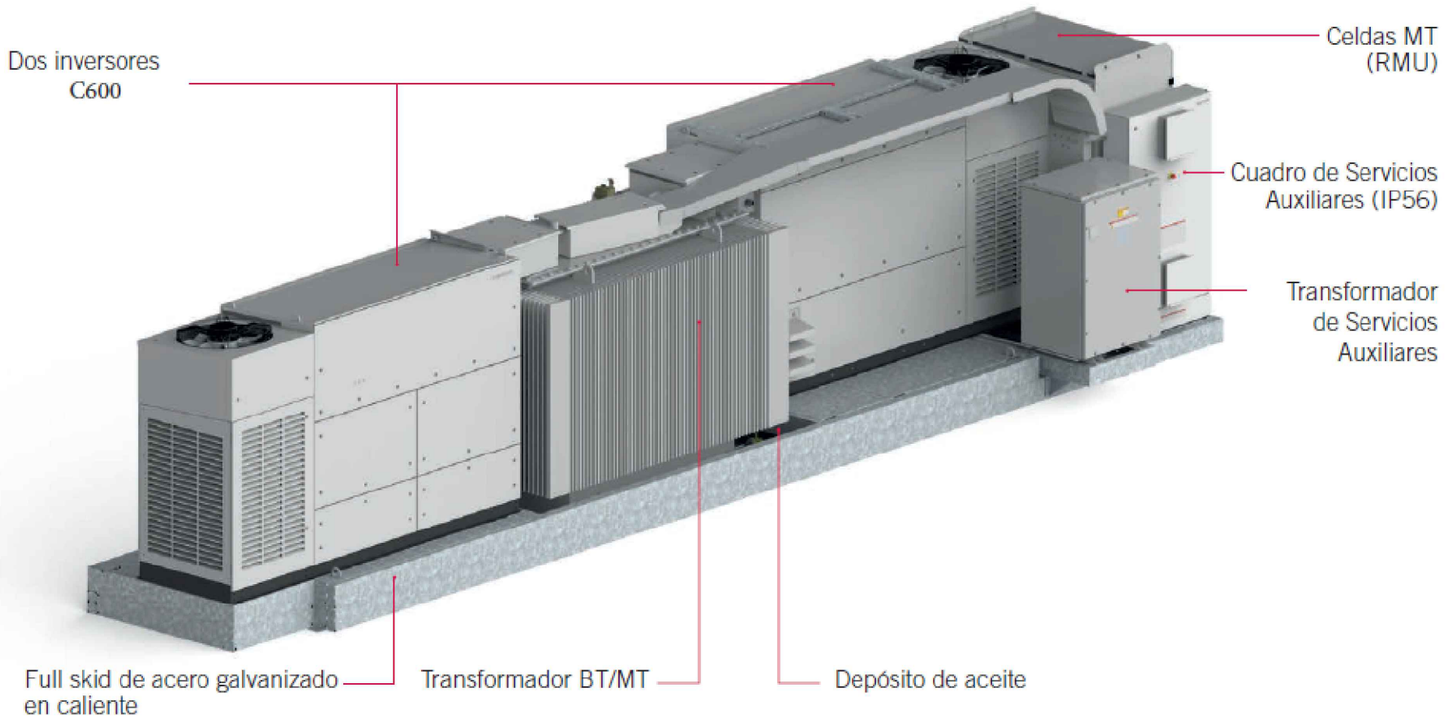
INGECONSUN 1500Vdc C SERIES C600




INGECONSUN STORAGE 430 DC/DC

POWERSTATION FSK SERIES C




PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS "TELEIRO LOS BARRIOS" DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

Los Barrios (Cádiz)

PROMOTOR: TELEIRO SOLAR, S.L.

PLANO: POWERSTATION FSK SERIES C
INVERSOR DC/AC Y CONVERTIDOR DC/DC

NUMERO: 05

INGENIERO INDUSTRIAL: Enrique Gutiérrez Calderón
Nº colegiado: 2692 de COIIAOC

coagener

REVISIÓN: 00

ESCALA: 1/ 100

FECHA: Febrero 2024

C/ Irlanda 13, oficinas 4 y 5. Alcalá de Guadaíra, 41500 (Sevilla)

# Plano 06. Contenedor Almacenamiento Baterías

## ESPECIFICACIONES CELDA DE BATERÍA

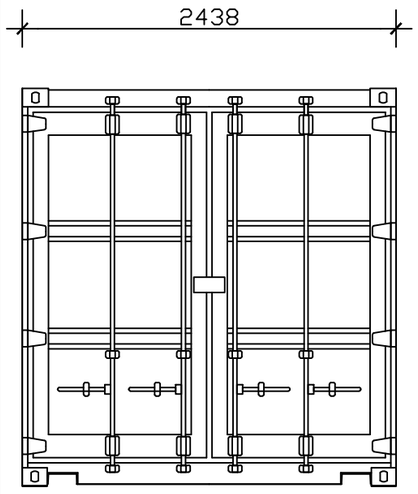
| Item | UNIT | SPECIFICATION | RENDERING |
|---|---|---|---|
| Battery Chemistry | - | LFP | |
| Nominal Capacity | Ah | 280Ah | |
| Nominal Energy | Wh | 896 | |
| Nominal Voltage | Vdc | 3.2 | |
| Operating Voltage | Vdc | 2.50~3.65 | |
| Dimension (W×D×H) | mm | 174*72*207 | |
| Weight | kg | 5.5 | |
| Recommended C-Rate | C | 0.5 | |
| Certificate | - | UL9540A, IEC62619, UN38.3 | |

## ESPECIFICACIONES MÓDULO DE BATERÍAS

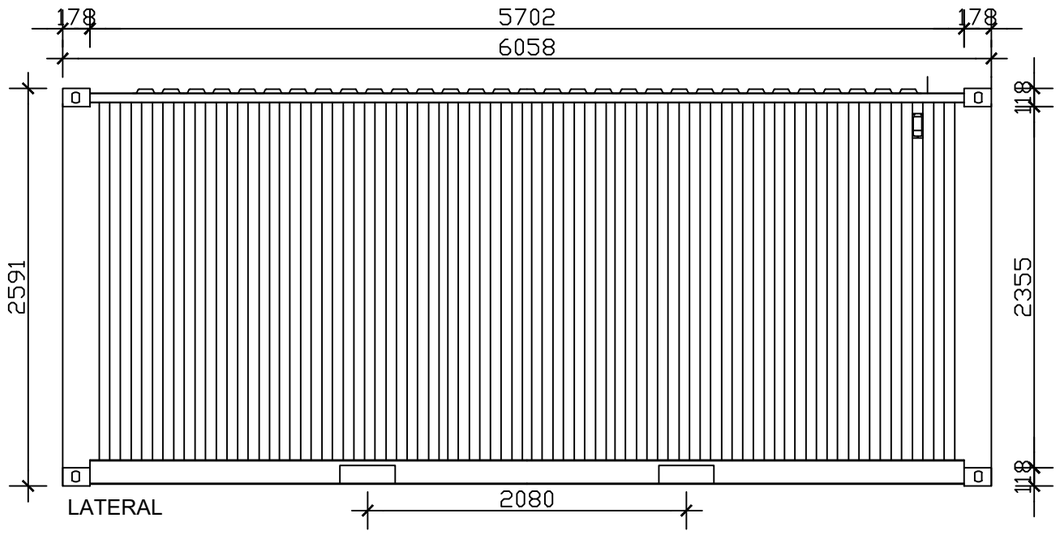
| Item | UNIT | SPECIFICATION | RENDERING |
|---|---|---|---|
| Type No. | - | 166.4NESP280 | |
| Module Configuration | - | 1P52S | |
| Module Capacity | Ah | 280 | |
| Energy | kWh | 46.59 | |
| Nominal Volt | V | 166.4 | |
| Minimum Volt | V | 145.6 | |
| Maximum Volt | V | 187.2 | |
| Dimension (W×D×H) | mm | 760*1150*237 | |
| Weight | kg | 340 | |
| Recommended C-Rate | C | 0.5 | |
| Certificate | - | UL9540A, IEC62619, UN38.3 | |

## ESPECIFICACIONES RACK DE BATERÍAS

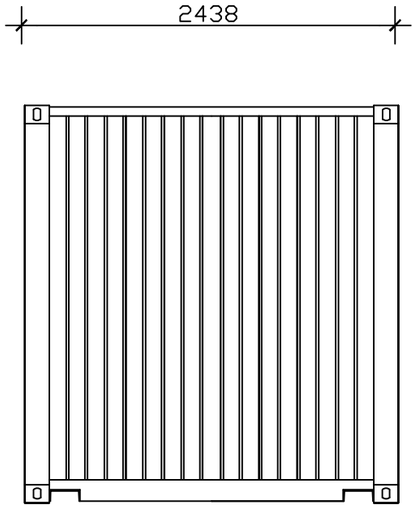
| Item | UNIT | SPECIFICATION | RENDERING |
|---|---|---|---|
| Type No. | - | 166280373 | |
| Rack Configuration | - | 1P416S | |
| Module Qty | pcs | 8 | |
| Capacity | Ah | 280 | |
| Energy | kWh | 372.7 | |
| Nominal Volt | Vdc | 1331.2 | |
| Minimum Volt | V | 1164.8 | |
| Maximum Volt | V | 1497.6 | |
| Dimension (W×D×H) | mm | 924*1155*2520 | |
| Weight | kg | 2570 | |
| Recommended C-Rate | C | 0.5 | |
| Certificate | - | UL9540A, IEC62619, UN38.3 | |




PUERTA

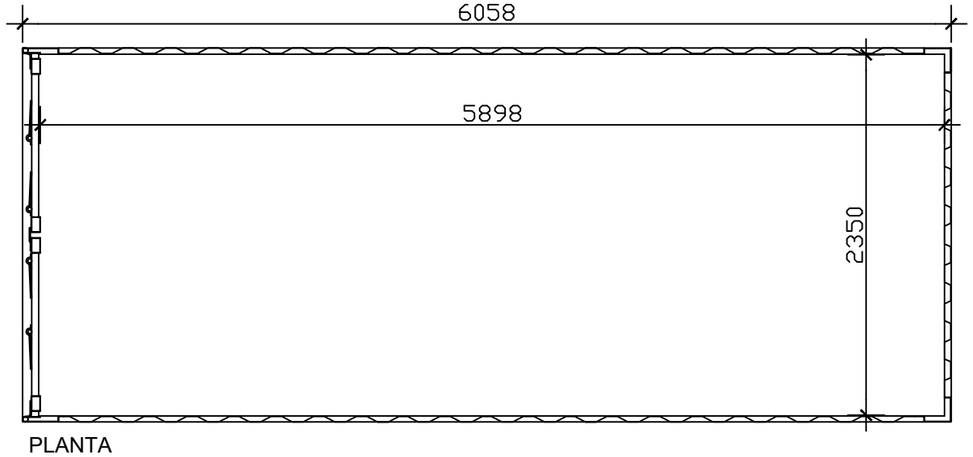



LATERAL




PARTE TRASERA

SECCIÓN TRANSVERSAL




PLANTA

CONTAINER ALMACENAMIENTO BATERÍAS 20 PIES

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS “TELEIRO LOS BARRIOS” DE 5 MW EN EL MUNICIPIO DE LOS BARRIOS, PROVINCIA DE CÁDIZ

Los Barrios (Cádiz)

PROMOTOR: TELEIRO SOLAR, S.L.

PLANO: CONTAINER ALMACENAMIENTO BATERÍAS

NUMERO: 06

coagener

INGENIERO INDUSTRIAL: Enrique Gutiérrez Calderón
Nº colegiado: 2692 de COIIAOC

REVISIÓN: 00

ESCALA: 1:40

FECHA: Febrero 2024

C/ Irlanda 13, oficinas 4 y 5. Alcalá de Guadaíra, 41500 (Sevilla)