

INSTRUCCIÓN TÉCNICA N° 04/2019: DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Considerando que la modificación de la Ley N° 20.571 introdujo diversas modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos, con el objeto de regular el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, regulando la generación de energía eléctrica para autoconsumo permitiendo la inyección remunerada de los excedentes que se produjeren. Posteriormente, por medio de la Ley N° 21.118 se modificó la Ley General de Servicios Eléctricos, con el fin de incentivar el desarrollo de la generación residencial y hacer aplicable sus disposiciones a todos los sistemas eléctricos del país.

Parte de las modificaciones antes señaladas, consideran el incremento en la capacidad instalada para inyectar excedentes de energía a la red de distribución hasta 300 kilowatts, de esta manera se hace necesario realizar los cambios necesarios en los Instructivos Técnicos, introduciendo nuevos requisitos técnicos en las instrucciones técnicas emitidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles que establecen la presentación, diseño y ejecución de instalaciones con energías renovables que se acojan a la Ley de Generación Residencial.

La razón de esta consulta pública tiene como objetivo dar a conocer los nuevos cambios que se han incorporado en este instructivo técnico y que se han **resaltado**, con el fin de destacarlos para que puedan hacer las respectivas observaciones, sugerencias y/o mejoras del nuevo texto destacado.

DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA	: RGR N° 04/2019
MATERIA	: DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN.
REGLAMENTO	: D.S. N°71 REGLAMENTO DE LA LEY N° 20.571, QUE REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES.
FUENTE LEGAL	: LEY N° 21.118; REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES.
RESOLUCIÓN EXENTA	: RESOLUCIÓN EXENTA N° 26.577 DE FECHA 27.11.2018, MODIFICADA MEDIANTE RESOLUCIÓN EXENTA N° XX.XXX DE FECHA XX.XX.2019

1. OBJETIVOS.

Acota los requerimientos que se deben observar para el diseño, ejecución, inspección y mantención de las instalaciones eléctricas de centrales de micro y pico hidroeléctricas que se comunican a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles para ser conectadas a la red de distribución, con el fin de entregar un servicio eficiente y de salvaguardar la seguridad de las personas que las operan o hacen uso de ellas, así como la integridad física y operacional de la red de distribución eléctrica.

2. ALCANCE.

Las disposiciones de esta sección aplican al diseño, ejecución, inspección y mantenimiento de las instalaciones eléctricas del tipo micro hidroeléctricas y pico hidroeléctricas conectadas a la red de distribución, cuya potencia máxima no sobrepase lo estipulado en la ley 21.118 y lo indicado en el correspondiente reglamento.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las referencias normativas mencionadas en este documento son parte integrante del presente pliego técnico.

3.1	Norma técnica	2019	Norma técnica de conexión y operación de equipamiento de generación, emitida por la Comisión Nacional de Energía, sus modificaciones o disposición que lo reemplace.
3.2	NCh Elec. 4	2003	Instalaciones de Consumo en Baja Tensión, declarada Norma Chilena Oficial de la República mediante Decreto Supremo N° 115, de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sus modificaciones o disposición que lo reemplace.

4. TERMINOLOGÍA

- 4.1 Aprovechamiento Hidroeléctrico: Disposición ordenada de obras de ingeniería civil, maquinaria y equipos, destinados principalmente a transformar la energía potencial de gravedad del agua en energía eléctrica.
- 4.2 Anti-isla: Uso de relés o controles para protección contra funcionamiento de isla.
- 4.3 Batería: Una batería o acumulador eléctrico es un dispositivo electroquímico que permite almacenar energía en forma química mediante el proceso de carga, y liberarla como energía eléctrica, durante la descarga, mediante reacciones químicas reversibles cuando se conecta con un circuito de consumo externo.
- 4.4 Capacidad Instalada: Suma de la potencia máxima de las Unidades de Generación que conforman el EG de un Usuario o Cliente Final, expresada en kilowatts.
- 4.5 Capacidad Instalada Permitida: Capacidad del (los) Equipamiento(s) de Generación (o EG) que puede conectar un Usuario o Cliente Final en un punto de conexión de la red de distribución eléctrica, sin requerir para ello de Obras Adicionales y/o Adecuaciones, expresada en kilowatts.
- 4.6 Central Eléctrica: Instalación destinada a la producción de energía eléctrica y que incluye las obras de ingeniería civil, equipos de transformación eléctrica y paño asociado.
- 4.7 Central Hidroeléctrica: Central en la que se transforma la energía de gravedad del agua en energía eléctrica.
- 4.8 Conductor: Para los efectos de esta instrucción técnica se entenderá que corresponde a hilo metálico de cobre de sección transversal, frecuentemente cilíndrica o rectangular, destinado a conducir corriente eléctrica. De acuerdo a su forma constructiva podrá ser designado como alambre, si se trata de una sección circular sólida única, barra, si se trata de una sección rectangular, o conductor cableado, si la sección resultante está formada por varios alambres iguales de sección menor.
- 4.9 Empalme: Conjunto de elementos y equipos eléctricos que conectan el medidor del sistema del cliente a la red de suministro de energía eléctrica.
- 4.10 Empresa Distribuidora: Empresa concesionaria del servicio público de distribución de electricidad o todo aquel que preste el servicio de distribución de electricidad utilizando bienes nacionales de uso público.
- 4.11 Equipo de Generación: Unidad o Conjunto de Unidades de Generación y aquellos componentes necesarios para su funcionamiento, que se conectan a la red de distribución a través del empalme de un Usuario o Cliente Final. Comprende además las protecciones y dispositivos de control necesarios para su operación y control.
- 4.12 Equipo de medida: Instrumentos y accesorios destinados a la medición o registro de potencias y energía eléctrica activa y/o reactiva, de demandas máximas de potencias o de otros parámetros involucrados en el suministro de electricidad. Se consideran incluidos en estos equipos, los transformadores de corriente y de potencial, desfases y relojes interruptores horarios.

Dentro de los equipos de medida disponemos de los siguientes medidores específicos:

Equipo de monitoreo de generación, destinado de manera exclusiva al sistema de generación.

Equipo de monitoreo de inyección, destinado de manera exclusiva al sistema de limitación de inyecciones.

- 4.13 Grupo Generador: Grupo de máquinas rotativas que permiten transformar la energía mecánica en energía eléctrica.
- 4.14 Grupo Hidroeléctrico: Grupo generador constituido por una turbina hidráulica acoplada mecánicamente a un generador de energía eléctrica.
- 4.15 Interruptor de acoplamiento: Dispositivo de protección con capacidad de apertura bajo corrientes de carga y de cortocircuito, cuya función es desconectar el o los Equipamientos de Generación del Sistema de Distribución. Posee dos dispositivos eléctricos de desconexión conectados en serie (con redundancia).
- 4.16 Inversor:
Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- 4.17 Inyección de Excedentes Permitida (IEP): Inyección del (los) Equipamiento(s) de Generación (o EG) que puede realizar un Usuario o Cliente Final en un punto de conexión de la red de distribución eléctrica.
- 4.18 Isla: Condición provocada cuando se ha producido un corte de energía en la red eléctrica suministrada por la empresa distribuidora y esta área que ha quedado aislada del resto del sistema de distribución queda energizada por el equipamiento de generación.
- En caso de presentarse una operación en isla debido a una falla en la red o una desconexión programada, el equipamiento de generación quedará impedido de realizar inyecciones de excedentes de energía a las redes eléctricas de distribución en modo isla.
- 4.19 Los sistemas hidroeléctricos de potencias menores o iguales a 300kW se clasifican según la siguiente forma:
- | | |
|-------------|---------------------|
| micro Hidro | : 5 kW < P < 300 kW |
| pico Hidro | : P < 5 kW |
- 4.20 Operación en Isla en la red de distribución: Estado de operación en la cual uno o más Equipamientos de Generación pueden abastecer el consumo de varios clientes, siempre que cuenten con la aprobación de la empresa distribuidora.
- 4.21 Operación en Isla individual: Estado de operación en la cual el Equipamiento de Generación puede abastecer el propio consumo de la instalación siempre que ésta permanezca aislada del sistema de distribución.
- 4.22 Protección de Red e Instalación (Protección RI): Protección que actúa sobre el Interruptor de Acoplamiento, cuando al menos un valor de operación de la red de distribución se encuentra fuera del rango de ajuste de esta protección, esta puede estar integrada en el inversor o ser externa al inversor.
- La protección RI que se encuentra fuera del inversor deberá ser sellada y protegida por una contraseña de seguridad, la cual no debe ser conocida por el usuario o cliente final. Esta protección se emplea cuando el inversor no la trae internamente, no puede mostrar su configuración o no se puede configurar según la normativa técnica de conexión y operación de equipamiento de generación en baja tensión.
- 4.21 Sistema o equipo de Limitación de Inyección: Conjunto de elementos intercomunicados que, configurados entre sí, permiten la limitación de inyecciones a la red eléctrica de distribución.

5. DISPOSICIONES GENERALES

- 5.1 Toda instalación eléctrica de un sistema hidroeléctrico conectado a la red de distribución, deberá ser proyectado y ejecutado en estricto cumplimiento con las disposiciones de esta Instrucción Técnica y en las normativas vigentes.
- 5.2 Toda instalación de un equipo de generación hidroeléctrico conectado a la red de distribución deberá ejecutarse de acuerdo a un proyecto técnicamente concebido, el cual deberá asegurar que la instalación no presenta riesgos para operadores o usuarios, sea eficiente, proporcione un buen servicio, permita un fácil y adecuado mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria como para permitir modificaciones o ampliaciones con facilidad.
- 5.3 El funcionamiento de las instalaciones de un equipo de generación hidroeléctrico conectado a la red de distribución a que se refiere esta Instrucción Técnica, no deberá provocar en la red de distribución averías, disminuciones de las condiciones de seguridad, calidad, ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa vigente.
- 5.4 En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones eléctricas de un sistema hidroeléctrico no deberán mantener tensión en la línea de distribución, ni dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- 5.5 En el caso de que una instalación de un equipo de generación hidroeléctrico se vea afectada por perturbaciones de la red de distribución se aplicará la normativa técnica vigente sobre calidad del servicio o las disposiciones que la reemplacen.
- 5.6 Las instalaciones eléctricas de un equipo de generación hidroeléctrico conectado a la red de distribución, que se acojan a la Ley N° 21.118, deberán dimensionarse para que su potencia máxima no supere la potencia del empalme eléctrico y/o que la suma de sus potencias nominales no exceda la potencia estipulada en la ley.
- 5.8 Toda instalación eléctrica de un equipo de generación hidroeléctrico conectado a la red de distribución debe ser proyectada y ejecutada bajo la supervisión directa de un Instalador Electricista autorizado, clase A o B.
- 5.9 Las disposiciones de esta Instrucción Técnica están hechas para ser aplicadas e interpretadas por profesionales especializados; no debe entenderse este texto como un manual.
- 5.10 De acuerdo a lo establecido en la Ley N° 18.410, cualquier duda en cuanto a la interpretación de las disposiciones de esta Instrucción Técnica será resuelta por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en adelante Superintendencia.
- 5.11 Los equipos, elementos y accesorios eléctricos utilizados en la unidad de generación deben ser diseñados para soportar la tensión máxima generada por ella y ser adecuados para trabajar en corriente continua o alterna según corresponda.
- 5.12 Durante todo el período de explotación u operación de las instalaciones eléctricas, sus propietarios u operadores deberán conservar los diferentes estudios y documentos técnicos utilizados en el diseño y construcción de las mismas y sus modificaciones, como asimismo los registros de las auditorias, certificaciones e inspecciones de que hubiera sido objeto, todo lo cual deberá estar a disposición de la Superintendencia.
- 5.13 En materias de diseño, construcción, operación, mantenimiento, reparación, modificación, inspección y término de operación, la Superintendencia podrá permitir el uso de tecnologías diferentes a las establecidas en la presente instrucción técnica, siempre que se mantenga el nivel de seguridad que el texto normativo contempla.

Estas tecnologías deberán estar técnicamente respaldadas en normas, códigos o especificaciones nacionales o extranjeras, así como en prácticas recomendadas de ingeniería internacionalmente reconocidas. Para ello el interesado deberá presentar el proyecto y un ejemplar completo de la versión vigente de la norma, código o especificación extranjera utilizada debidamente traducida, cuando corresponda, así como cualquier otro antecedente que solicite la Superintendencia.

6. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.

- 6.1 La instalación de los equipos debe facilitar el mantenimiento seguro y no debe afectar de forma adversa las disposiciones del fabricante del equipo del grupo hidroeléctrico para permitir un mantenimiento y servicio seguro.
- 6.2 Para facilitar el mantenimiento y reparación de la unidad de generación, se instalarán los elementos de seccionamiento necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión del generador a la red.
- 6.3 Los conductores o cables de la unidad de generación deberán ser seleccionados e instalados de forma que se reduzca al máximo el riesgo de falla a tierra o de cortocircuito.
- 6.4 Toda instalación que cuente con una unidad de generación hidroeléctrica, deberá estar claramente identificada mediante una placa ubicada a un costado del equipo de medida, donde se indique claramente que dicha propiedad cuenta con una unidad de generación mini hidroeléctrica.
- 6.4 Toda instalación que cuente con una unidad de generación hidroeléctrica, deberá contar con manómetros, que permitan controlar y monitorear la presión de la cañería
- 6.5 Todos los equipamientos, protecciones, interruptores y terminales deben estar rotulados de en forma legible e indeleble.

7. FUNDACIÓN DE SOPORTE.

- 7.1 La fundación de soporte del generador hidroeléctrico deberá satisfacer las normativas vigentes en Chile, en cuanto a edificación y diseño estructural.

8. GENERADOR HIDROELÉCTRICO

- 8.2 Los generadores deben tener una placa característica donde se indiquen sus características, tales como nombre del fabricante, factor de potencia, frecuencia nominal, número de fases, valor nominal en kilowatt, tensión y corriente, R.P.M, clase de aislamiento.
- 8.3 Si el grupo o la central funcionan en red aislada o representa una parte importante de la red considerada, será necesario un regulador para mantener la frecuencia de la red durante los cambios de potencia.
- 8.4 Alternador
 - 8.4.1 Siempre deberá contrastarse el diseño del alternador con las condiciones de embalamiento de la turbina.

9. DIMENSIONADO DE CIRCUITOS Y CORRIENTE

- 9.1 La corriente máxima para un circuito se debe calcular de acuerdo con lo siguiente:

- a) Corrientes de salida del circuito del generador hidroeléctrico. La corriente máxima deberá basarse en la corriente del circuito del generador hidroeléctrico operando a la potencia máxima de salida.
- 9.2 La capacidad de los conductores, desde los terminales del generador hasta el primer dispositivo de protección contra sobre corrientes, no debe ser menor al 125% de la corriente nominal indicada en la placa del generador.
- 9.3 Tamaño de conductores y dispositivos de sobrecorriente. Los conductores del circuito y dispositivos de sobrecorriente se deben dimensionar para conducir no menos que el 125% de la corriente máxima como se calcula en el punto 9.1. El valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente se permitirá de acuerdo con el punto 9.2, el que no podrá superar la capacidad de corriente del conductor seleccionado.

10. CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN.

- 10.1 Todos los conductores deberán ser canalizados en conformidad a los métodos establecidos en la norma NCh Elec. 4/2003, y deberán soportar las influencias externas previstas, tales como viento, formación de hielo, temperaturas extremas y radiación solar.
- 10.2 Los conductores del generador hidráulico deben ser del tipo adecuado para las condiciones de uso, soportar las condiciones ambientales y la exposición a degradantes (aceite, exposición ultravioleta, etc.). Los conductores que estén en contacto con agua deberán ser del tipo sumergible y Los conductores deberán ser instalados respetando lo indicado en la norma NCh Elec. 4/2003.
- 10.3 Se deberá tomar en consideración los esfuerzos o tensiones mecánicas, incluyendo aquellos causados por la torsión, a los cuales pueden estar sujetos los conductores durante la instalación y el funcionamiento. Los conductores se deben instalar de acuerdo con la norma NCh Elec. 4/2003.
- 10.4 Los cables del generador hidráulico que estén expuestos a esfuerzos mecánicos deben ser del tipo cables flexibles de uso móvil para trabajo extra pesado, y los demás conductores que no estén sometidos a esfuerzos mecánicos deberán ser del tipo RV-K, RZ1 o RZ1-K, salvo en el caso del punto 10.5.
- 10.5 Cuando existe una probabilidad de que los roedores u otros animales dañen los cables, deben utilizarse cables o conductores blindados. Los cables subterráneos deben estar canalizados en tuberías no metálicas rígidas pesadas y de alto impacto o en tuberías de acero galvanizado rígidas para uso pesado, las cuales deben cumplir con las exigencias o tuberías metálicas flexibles aprobadas para este uso, debiendo cumplir con las condiciones de instalación que establece la sección 8.2.16 de la norma NCh Elec. 4/2003 o las disposiciones que la reemplacen. Adicionalmente por encima de la canalización deberán instalarse cinta de señalización que advierta la existencia de los cables eléctricos, no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.
- 10.6 Los parámetros de ajuste de la protección deben estar diseñados de manera tal que todo exceso de tensión transferido al componente eléctrico no exceda los límites establecidos por los niveles de aislamiento de los equipos.
- 10.7 Los conductores utilizados de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión entre el punto de conexión a la red y la protección RI sea inferior del 3 %.

11. PROTECCIONES

- 11.1 Los generadores deben estar protegidos contra sobrecargas por su propio diseño, esta protección puede ser por medio de interruptores automáticos, fusible, y otro medio de protección contra sobre corrientes y que sea adecuado para las condiciones de uso.
- 11.2 Las partes vivas de los generadores que funcionen a más de 50 Volts a tierra, no deben quedar expuestos a contactos accidentales, en el caso que estas sean accesibles a personal no calificado.
- 11.3 Las protecciones de sobre corriente deberán ser seleccionadas para soportar la máxima corriente de cortocircuito que se genere en la instalación.
- 11.4 Los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.
- 11.5 Pueden definirse dos niveles de protección: alarma y disparo. Los elementos a considerar para proyectos iguales o mayores a 5 kW, son:
- a) velocidad de rotación.
 - b) nivel de aceite en los cojinetes
 - c) circulación del aceite de lubricación
 - d) nivel del aceite de regulación
 - e) nivel del aceite del multiplicador
 - f) temperatura de los cojinetes
 - g) temperatura del aceite de regulación
 - h) temperatura del aceite del multiplicador
 - i) presión del aceite de regulación
 - j) circulación del agua de refrigeración.
- 11.6 El disparo inmediato será necesario en los puntos a), c), i) y j). Para los puntos b), d), e), f), g) y h), podrá actuar una alarma, si la central tiene personal, seguida de un disparo si no se ha realizado ninguna medida correctiva. En ciertos casos, se utiliza un freno para reducir el tiempo necesario para parar la unidad de generación.
- 11.7 Deberán instalarse dispositivos que permitan la toma de presión, aguas arriba y abajo, necesarias (para los ensayos de rendimiento y para la operación)
- 11.8 Las instalaciones de equipos de generación conectadas a la red, en el punto de conexión con la instalación de consumo, deberán contar con una protección diferencial e interruptor magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.
- 11.9 La protección diferencial indicada en el punto 11.8, para unidades de generación de potencia instalada inferiores 10kW, deberán de una corriente diferencial no superior a 30mA. En unidades de generación de potencia instalada igual o superior a 10kW deberá utilizar una protección diferencial con intensidad diferencial no superior a 300 mA.
- 11.10 El interruptor general magnetotérmico y el diferencial indicado en el punto 11.8 deberán estar instalados y claramente identificados en el tablero de distribución o general de la instalación de consumo.
- 11.11 El tablero eléctrico que contendrá las protecciones del generador o el tablero de control del sistema de generación, deberá contener en su cubierta cubreequipo equipos que permitan mostrar las RPM del generador, la presión del caudal y la frecuencia de generación.

11.12 La protección diferencial indicada en el punto 11.8, podrá ser del tipo electrónico asociado a toroide y contactor o desconectador, debiendo cumplir con lo siguiente:

a) El contactor, en caso de falla deberá cortar todos los conductores activos en forma automática, deberá emplear la categoría de utilización AC-1 y será protegido ante sobrecargas y cortocircuitos.

b) La sección del transformador toroidal deberá ser dimensionada para circundar el cableado de alimentación y neutro juntos. Su medición de corriente y su relación de transformación deben ser iguales o mayores a la corriente nominal del punto de la instalación que se está midiendo.

c) Su tiempo de operación debe ser regulado como mínimo en 20ms y su corriente nominal debe ser igual o mayor a la corriente nominal de la protección termomagnética aguas arriba.

11.13 El interruptor general magnetotérmico indicado en el punto 11.8 debe ser un interruptor termomagnético que permita la desconexión del equipo generador de la red. La calibración del dispositivo de sobrecorriente se determinará en función de la potencia máxima que resulte de la salida del inversor o de las corrientes de salida del circuito de la turbina, el cual deberá cumplir con lo siguiente:

- a) Ser manualmente operable.
- b) Contar con un indicador visible de la posición "On-Off".
- c) Contar con la facilidad de ser enclavado mecánicamente en posición abierto por medio de un candado o de un sello de alambre.
- d) Tener la capacidad interruptiva requerida de acuerdo con la capacidad de cortocircuito de la línea de distribución.
- e) Debe ser operable sin exponer al operador con partes vivas.
- f) En el caso de que la protección termomagnética sea del tipo regulable, el alimentador deberá quedar protegido ante la peor condición, es decir para la corriente más alta del dispositivo de protección.

11.14 Todo equipo de generación deberá contar con una protección anti-isla en conformidad a lo establecido en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación.

11.15 Todos los circuitos del sistema de protección del equipo de generación que posiblemente se vean afectados por descargas atmosféricas y otras condiciones de sobretensión transitoria deben estar protegidos.

12. MEDIOS DE DESCONEXIÓN

12.1 Deberán existir medios para desconectar todos los conductores portadores de corriente de una pequeña fuente de energía eléctrica hidroeléctrica, de todos los otros conductores de la instalación de consumo.

12.2 Los medios de desconexión de sistemas hidroeléctricos serán instalados en un lugar de fácil acceso.

12.3 Los medios de desconexión para los conductores activos consistirán en interruptores operados manualmente o interruptores automáticos fácilmente accesibles.

12.4 Se deben proporcionar medios de desconexión para equipos, tales como generadores, regulador de carga, baterías, inversor y todos los conductores de fase de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deberán agruparse e identificarse.

13. PROTECCIÓN RI

13.1 Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red deberán contar con una protección de red (RI), la cual puede estar integrada al inversor o externa al inversor en conformidad a lo establecido en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación:

a) Si la capacidad instalada del EG > 100 kW, se debe instalar una protección RI centralizada.

b) Si la capacidad instalada del EG ≤ 100 kW, no se requiere de la protección RI centralizada, siempre y cuando se cuente con la protección RI integrada en el inversor.

Asimismo, en el caso de EG sin inversores la protección RI deberá ser del tipo centralizada.

13.2 Los ajustes de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia de la protección RI, serán establecidos en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación.

13.3 La protección RI centralizada debe ser instalada en un gabinete especial, el cual podrá albergar al interruptor de acoplamiento centralizado y al sistema de control de inyección de tal forma que pueda ser sellado por la empresa Distribuidora. Esta protección debe ser ubicada lo más cercana posible al equipo de medida de la instalación.

13.4 La protección RI centralizada debe incorporar un botón de prueba que permita verificar el correcto funcionamiento del circuito entre la Protección RI y el interruptor de acoplamiento. Para este fin, al presionar el botón de prueba debe ser posible visualizar la activación del interruptor de acoplamiento.

13.5 En la Protección RI centralizada debe ser posible leer la información independientemente de las condiciones de operación del equipamiento de generación, y sin necesidad de medios auxiliares. En la Protección RI integrada se permite que la información sea obtenida a través de una interfaz de comunicación.

13.6 Para sistemas de generación fotovoltaica con capacidad instalada mayor o igual a 100 kW conectados en Media Tensión, la protección RI deberá medir en MT, a excepción de los clientes conectados en MT con punto de medición en baja tensión, y en los casos que el equipo compacto de medida no permita medir en MT, en atención al burden de dicho equipo. Para equipamientos de generación con capacidad instalada inferior a 100 kW, la protección RI podrá medir en MT o BT.

13.7 El interruptor acoplamiento centralizado debe ser diseñado para soportar la corriente de cortocircuito permitida y para operar sin retardo frente a la orden de apertura de las funciones de protección RI centralizada.

13.8 El Interruptor de Acoplamiento centralizado debe ejecutarse como dos elementos de interrupción galvánicas en serie (ej: relés, interruptor protector de motor, interruptor de corriente mecánico) y debe cumplir el criterio N-1. La capacidad de apertura de ambos interruptores que forman el interruptor de acoplamiento deberá ser dimensionada en concordancia con la máxima contribución de corriente de corto circuito proveniente del sistema de distribución o del equipamiento de generación. En este último caso, se deberá garantizar la desconexión de todos los polos

13.9 En el caso en que el interruptor de acoplamiento centralizado se ubique en un lugar distinto a la protección RI, esta última deberá actuar sobre el interruptor de acoplamiento mediante un sistema de disparo transferido (Véase el anexo 2).

13.10 El sistema de disparo transferido deberá cumplir con las siguientes características mínimas:

- a) En caso de falla del enlace para la transferencia del disparo, el interruptor de acoplamiento deberá desacoplar al equipamiento de generación inmediatamente.
- b) Se deberá tomar resguardo contra interferencias que puedan afectar al sistema de disparo transferido.
- c) En caso de presencia de grupos de emergencia, se deberá tomar los resguardos necesarios para evitar el paralelismo no intencional entre éstos y el o los equipamientos de generación.
- d) Se deberá habilitar también las protecciones RI e interruptores de acoplamiento integrados en los equipamientos de generación.
- e) La pérdida de la tensión auxiliar de la Protección RI centralizada o del control de la Protección RI integrada debe llevar a la apertura inmediata del interruptor de acoplamiento.

14. SISTEMA DE LIMITACIÓN DE INYECCIÓN

- 14.1 El sistema de limitación de inyección permite controlar la potencia generada hacia las redes de distribución y debe ser instalado cuando el CIP otorgado sea menor al IEP.
- 14.2 Si el sistema de generación con limitación de energía está constituido por más de un inversor, la comunicación entre ellos debe realizarse de forma alámbrica, con RS485, ethernet o equivalente dispuesto por el fabricante. El sistema de comunicación elegido e implementado debe utilizar un cableado de largo efectivo menor a lo que el protocolo y fabricante recomiendan para garantizar buen desempeño (Véase el anexo 3).
- 14.3 La comunicación entre los inversores, equipos de monitoreo de inyección u otros dispositivos utilizados en el sistema de limitación de inyecciones debe operar señales en una ventana de 1 segundo.
- 14.4 El máximo tiempo de actuación del sistema de limitación de inyección en reducir la potencia exportada actual a un valor igual o menor al IEP máximo será de 5 segundos.
- 14.5 En caso de que cualquiera de los componentes sistema de limitación de inyección, falle, pierda su comunicación, señal o su fuente de alimentación, el sistema deberá reducir la potencia inyectada a la red a un valor que sea menor o igual al IEP en una ventana de 5 segundos.
- 14.6 Los datos de monitoreo de los equipos del sistema de limitación de inyecciones deben disponer la posibilidad de ser extraídos, mediante su comunicación, datalogger u otro medio equivalente.

15. PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS

- 15.1. Cada equipo de generación debe incluir un sistema local de puesta a tierra para cumplir con los requisitos definidos en la sección 10 de Puestas a Tierra de la norma NCh Elec. 4/2003 o las disposiciones que la reemplacen.
- 15.2. Las partes metálicas expuestas no conductoras de corriente de los generadores se deben conectar a una tierra equipotencial independientemente del resto de las puestas a tierras de la propiedad.
- 15.3. Será puesto a tierra en forma sólida un conductor en sistemas monofásicos sobre 50 V, y el conductor de neutro de salida del equipo de generación
- 15.4. En los sistemas de dos conductores, uno de ellos será conectado al terminal del conductor de tierra del sistema de cableado de la propiedad.
- 15.5. En los sistemas de tres conductores, el conductor de neutro será conectado al terminal del conductor de tierra del sistema de cableado de la propiedad.

16. MARCACIÓN

- 16.1. Se deberán marcar en forma visible e indeleble todos los puntos de interconexión del generador con otras fuentes, y los medios de desconexión, en un lugar accesible. Se deberá incluir la marca, el valor nominal de corriente alterna de salida y la tensión de operación nominal de corriente alterna.
- 16.2. Se instalará una placa en la ubicación del generador, o en un lugar adyacente a éste, proporcionando instrucciones básicas para la desactivación del equipo.
- 16.3. Se deberá contar con una señal de advertencia montada sobre los medios de desconexión, la cual deberá ser claramente legible y tendrá las siguientes palabras:

ADVERTENCIA PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA - NO TOCAR - TERMINALES ENERGIZADOS EN POSICIÓN DE ABIERTO –SISTEMA MICROHIDRO

- 16.4. El equipo de generación deberá ser identificado con carteles de advertencia ubicados en lugares visualmente destacados. Los carteles de advertencia deberán ser legibles desde el área segura y del área de acceso público.
- 16.5. El tamaño de la señal de advertencia indicado en 14.3 y el cartel de advertencia indicado en 14.4 serán como mínimo 100 mm por 200 mm. La inscripción será indeleble, inscrita por ambos lados de la señal y cartel de advertencia y tendrán una altura de como mínimo 25 mm.
El cartel de advertencia deberá tener el siguiente texto:

PRECAUCIÓN UNIDAD DE GENERACIÓN ENERGIZADO.

- 16.6. Toda instalación que cuente con un equipo de generación deberá estar claramente identificado mediante una placa ubicada al frente o a un costado del equipo de medida, donde se indique claramente que dicha propiedad cuenta con una unidad de generación conectada a la red.

17. CONEXIÓN CON OTROS CIRCUITOS

- 17.1. La salida del equipo de generación que opere en paralelo con otro sistema de potencia será compatible con la tensión, forma de onda y frecuencia del sistema con el cual está conectado.

- 17.2. El equipo de generación estará dotado de un medio que detecte la condición cuando la red de distribución eléctrica pierda su energía y no permita alimentar esta red en el punto de conexión durante esta condición.

18. INTERFAZ CON RED

- 18.1. El equipo generador deberá conectarse en paralelo con la red y contribuir a abastecer el suministro de energía a la red. Si existe una carga local en el inmueble, ésta debe ser alimentada por cualquiera de las dos fuentes, por ambas simultáneamente u otro medio interno.
- 18.2. El equipo generador tendrá la opción de conectarse directamente al tablero eléctrico más cercano de la instalación, sin embargo, en caso de encontrarse alejado del tablero, podrá conectarse a un nuevo tablero general instalado para este propósito, o conectarse directamente a la red de distribución, a través de empalme, dedicado exclusivamente a la inyección, siempre y cuando este nuevo empalme esté dentro del predio de la misma instalación del cliente (Véase los anexos N° 1A,1B y 1C).
- 18.3. Cualquier sistema eléctrico que pueda por sí mismo autoexcitar el generador debe desconectarse automáticamente de la red y quedar desconectado de forma segura en el caso de pérdida de energía de la red.
- 18.4. Si un banco de condensadores se conecta en paralelo con el equipo de generación conectado a la red, se requiere de un interruptor apto para desconectar el banco de condensadores siempre que exista una pérdida de energía de la red, para evitar la autoexcitación del generador eléctrico del sistema microhidro. De forma alternativa, si los condensadores son aptos, es suficiente mostrar que éstos no pueden causar autoexcitación. Se debe disponer de medios para descargar los condensadores en el evento de que el banco de condensadores no se pueda desconectar.
- 18.5. Los componentes tales como inversores, controladores eléctricos de potencia, y compensadores estáticos VAR, se deben diseñar de manera tal que los armónicos de la corriente de línea y la distorsión de la forma de onda de la tensión no interfieran con el relé de protección de la red eléctrica. Para generadores microhidro conectados a la red, los armónicos de la corriente generados por él deben ser tales que la distorsión global de la forma de onda de tensión en el punto de conexión a la red no exceda el límite superior aceptable para la red eléctrica.

19. EQUIPO DE MEDIDA

- 19.1. Los sistemas de medición, monitoreo y control de los equipamientos de generación serán de propiedad y responsabilidad de la Empresa Distribuidora y deberán ser implementados por ésta, de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación.

- 19.2. Los equipamientos de generación con una capacidad instalada superior a 30 kW deberán contar con un equipo de monitoreo de generación con capacidad de integrarse al sistema de medición monitoreo y control de la empresa distribuidora, de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación.

Este equipo de monitoreo de generación deberá quedar montado en el tablero de distribución del equipamiento de generación y claramente rotulado.

- 19.3. Los sistemas de medición monitoreo y control que cuenten con un sistema limitador de inyecciones, deberán ser capaces de generar una alerta cuando se supere la IEP autorizada de acuerdo a lo establecido en artículo 5-4 de la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación.

20. PARÁMETROS ELÉCTRICOS

- 20.1. Los equipos de generación conectados a la red de distribución deberán cumplir con las exigencias de calidad de suministro y parámetros de seguridad establecida en la norma técnica correspondiente, dictada por la Comisión Nacional de Energía o las disposiciones que la reemplacen.

21. PRUEBAS, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO.

- 21.1. La puesta en marcha inicial sólo puede ser realizada por el personal calificado de la empresa encargada de la instalación.
- 21.2. Será responsabilidad del instalador realizar todas las pruebas necesarias para garantizar la seguridad de la instalación del equipo de generación.
- 21.3. Para realizar las pruebas será requisito contar con manuales de operación que incluyan los planos principales y todas las indicaciones útiles proporcionadas por el fabricante. También se deberá contar con las descripciones de los equipos de regulación y control.
- 21.4. Las siguientes operaciones deben ser efectuadas antes de la carga hidráulica del sistema:
- a) verificación precisa del conjunto de los conductos hidráulicos y retirada de todos los cuerpos extraños. Verificación dimensional de las secciones de medida.
 - b) verificación de la alimentación de energía eléctrica (corriente alterna o continua).
 - c) verificación de llenado de aceite y grasa;
 - d) control del funcionamiento correcto de los órganos de cierre y regulación del caudal
 - e) control del buen funcionamiento de todos los circuitos de engrase y de aceite;
 - f) verificación de los circuitos de agua de refrigeración, de vaciado y de achique
 - g) verificación de las secuencias de arranque y parada, manuales y automáticas (incluyendo el eventual sistema de frenado);
 - h) control de los dispositivos de seguridad
 - i) ensayo de presión del sistema de aceite del regulador y sus tuberías
 - j) ensayo de rotación para control de holguras;
 - k) prueba de los mandos eléctricos y de los circuitos de protección
- 21.5. Habiendo sido efectuadas las verificaciones previstas en 21.4 el sistema se anega procurando evitar, si es posible, la rotación de la máquina. Si esto no es posible, se regulará el caudal de manera que se esté en las condiciones de 21.6
- 21.6. Se verificará entonces que la puesta en presión no produce ni fugas anormales (juntas estáticas y dinámicas) ni deformaciones visibles. El llenado debe efectuarse lentamente, por bypass o por apertura parcial de una válvula o de una compuerta, preferentemente con mando manual.

La maniobra de los diferentes dispositivos de cierre y regulación del caudal hecha ya en vacío según 21.4, será repetida con agua en reposo, si no implica la rotación de la máquina.

Se procederá entonces a una primera verificación de los tiempos de cada tipo de maniobra

21.7. Se tomarán disposiciones para impedir que el grupo gire con el caudal de las fugas

21.8. Se debe efectuar las primeras vueltas del rotor a una velocidad inferior a la de sincronismo. Se observarán:

- a) Los ruidos o vibraciones de la turbina y del alternador, de las válvulas y del conducto de aspiración.
- b) Las temperaturas, caudales y presencia de agua en los circuitos de aceite
- c) Las temperaturas de los circuitos de refrigeración de los cojinetes.

21.9. Si los ensayos mecánicos han dado resultados satisfactorios, se procederá con lo siguiente:

- a) Al control de la conexión correcta de las fases.
- b) A la puesta en servicio de la excitación y del regulador de tensión, con verificación de las características del alternador
- c) Al acoplamiento a la red (o a una resistencia aportada por el comprador o el suministrador).
- d) A ensayos de desconexión a 1/4, 1/2, 3/4 y carga máxima con retorno a marcha en vacío y también a desconexiones que entrañen una parada de emergencia. Además, hay que hacer una medida de sobrepresión, sobre velocidad y sobretensión en el transcurso de todos estos ensayos.
- e) A ensayos de funcionamiento en red aislada.
- f) A ensayos de larga duración a diferentes cargas parciales.
- g) A la verificación de potencia del grupo (garantizada) en función de las condiciones hidráulicas del momento.

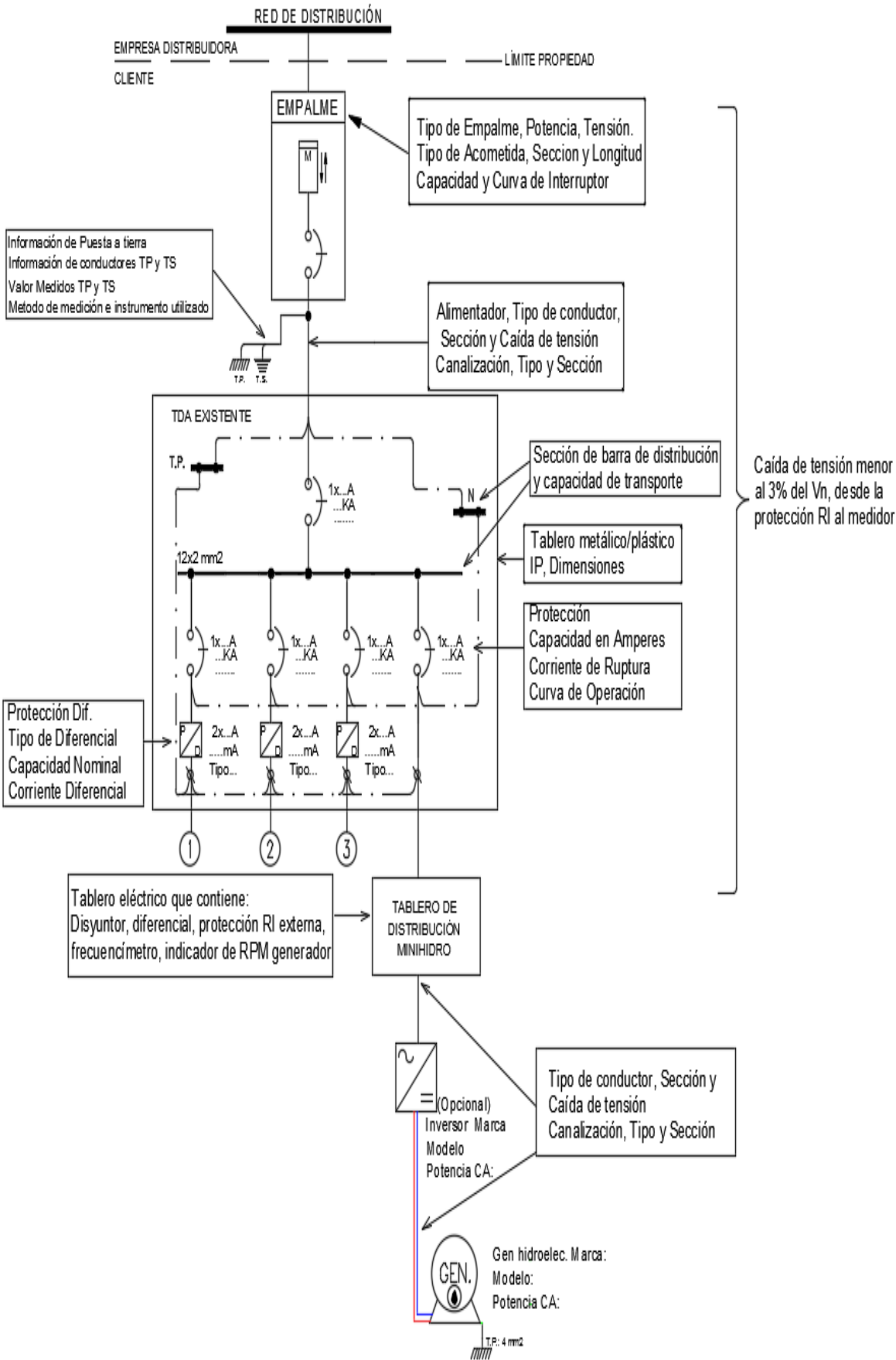
21.10. Durante estos ensayos se observarán todos los parámetros de funcionamiento de los materiales (y particularmente la estabilización de las temperaturas). Se efectuarán los ajustes necesarios para obtener las sobre velocidades y las sobrepresiones especificadas.

22. SEGURIDAD EN LAS LABORES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

- 22.1. Las intervenciones en instalaciones, y los mantenimientos, deberán ser ejecutados de manera que se evite todo peligro para las personas y no se ocasionen daños a terceros y cosas.
- 22.2. Las intervenciones en instalaciones se deberán efectuar con medios técnicos que garanticen seguridad tanto para el personal que interviene como para las instalaciones intervenidas.
- 22.3. Los trabajos en instalaciones eléctricas, aun cuando no estén con presencia de tensión, deberán ser ejecutados por personal preparado y premunido de equipos y elementos de protección personal apropiados.
- 22.4. A cada persona que intervenga en instalaciones eléctricas deberá instruírsele en forma clara y precisa sobre la labor que le corresponda ejecutar y sus riesgos asociados. Además, deberá mantenerse una adecuada supervisión de las labores que se ejecutan en las instalaciones.
- 22.5. Las herramientas que se utilicen para trabajos con energía, con método de contacto, deberán ser completamente aisladas y acordes al nivel de tensión en el cual se esté interviniendo. Si se detecta cualquier defecto o contaminación que pueda afectar negativamente las cualidades de aislamiento o la integridad mecánica de la herramienta, ésta deberá ser retirada del servicio.

ANEXO N° 1A.

DIAGRAMA UNILINEAL TIPO, PARA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA LEJANA AL TABLERO ELÉCTRICO EXISTENTE



ANEXO N° 1B.

DIAGRAMA UNILINEAL TIPO, PARA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA CERCANA AL TABLERO ELÉCTRICO EXISTENTE

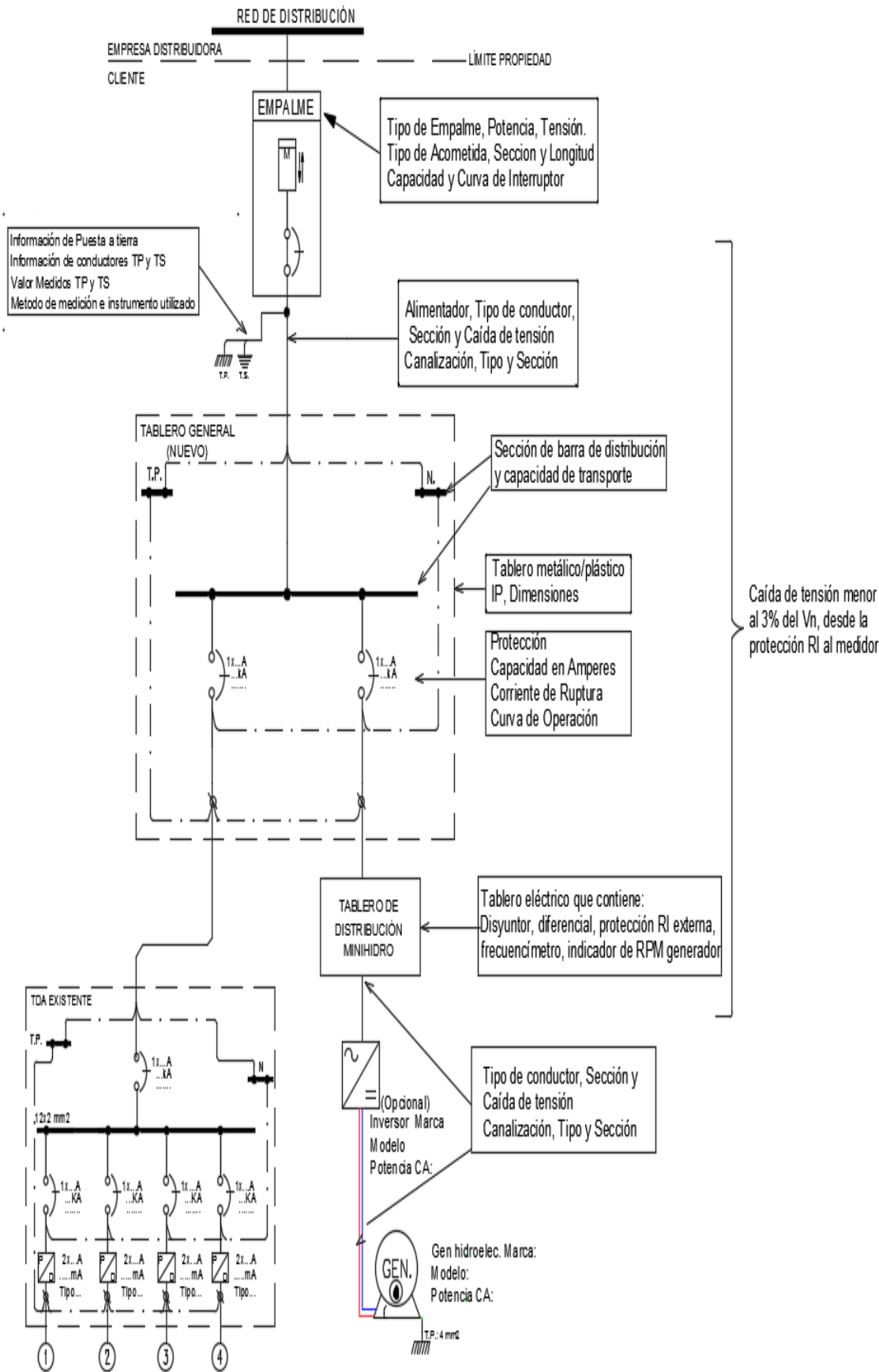
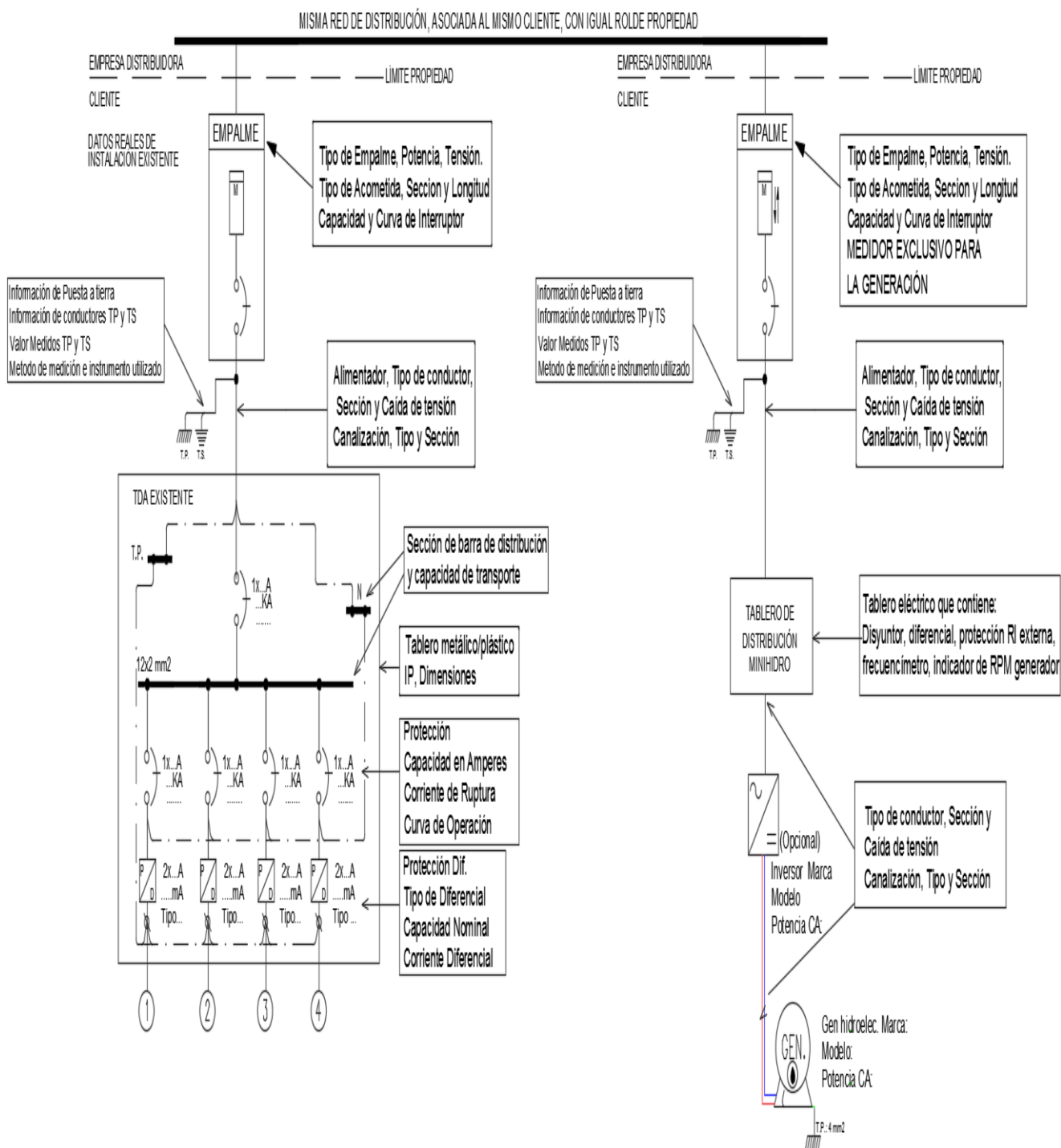
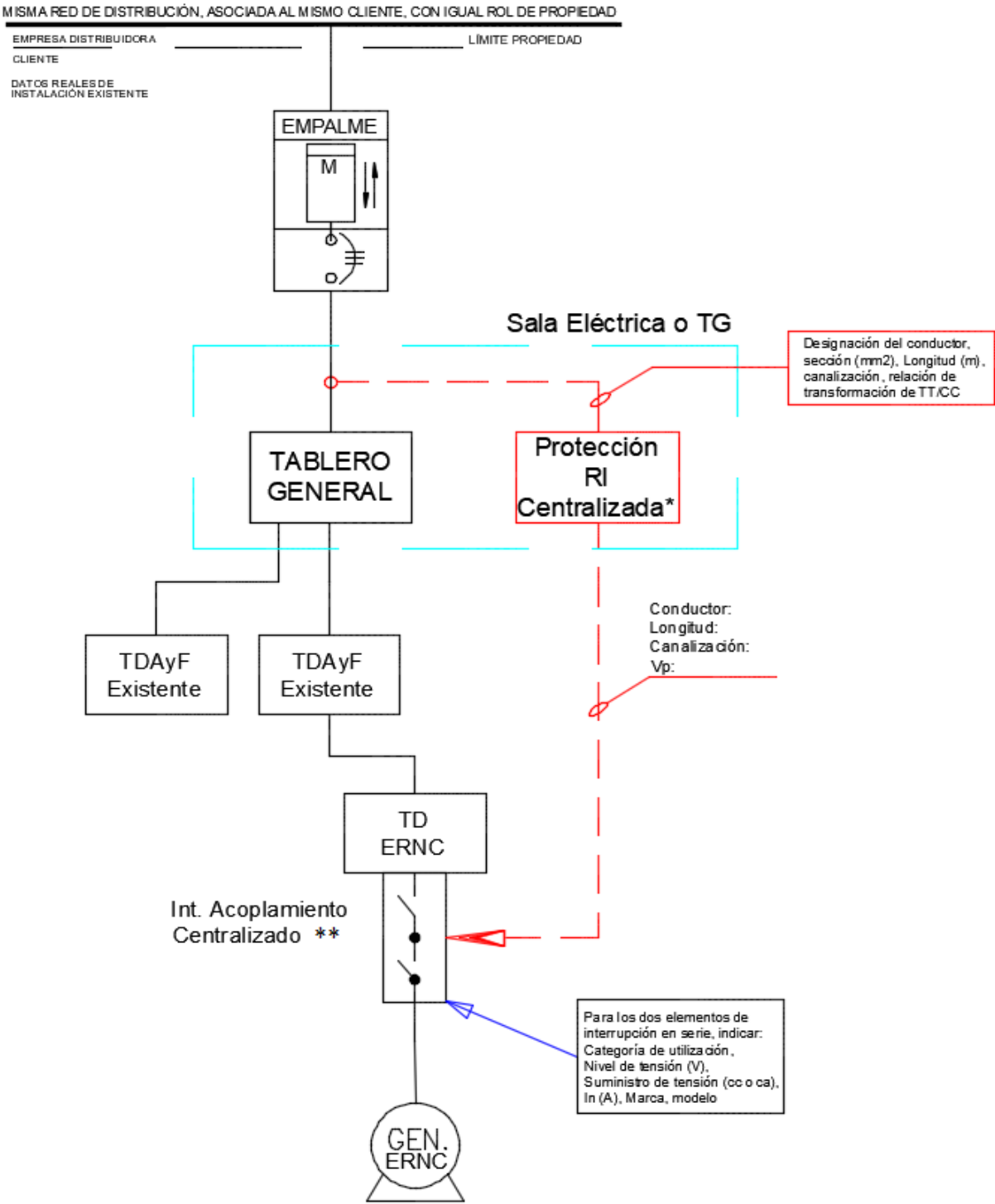


DIAGRAMA UNILINEAL TIPO, PARA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA CERCANA AL MEDIDOR
BIDIRECCIONAL NUEVO



ANEXO N° 2

DIAGRAMA UNILINEAL TIPO PARA UNIDADES GENERADORAS CON PROTECCIÓN RI CENTRALIZADA



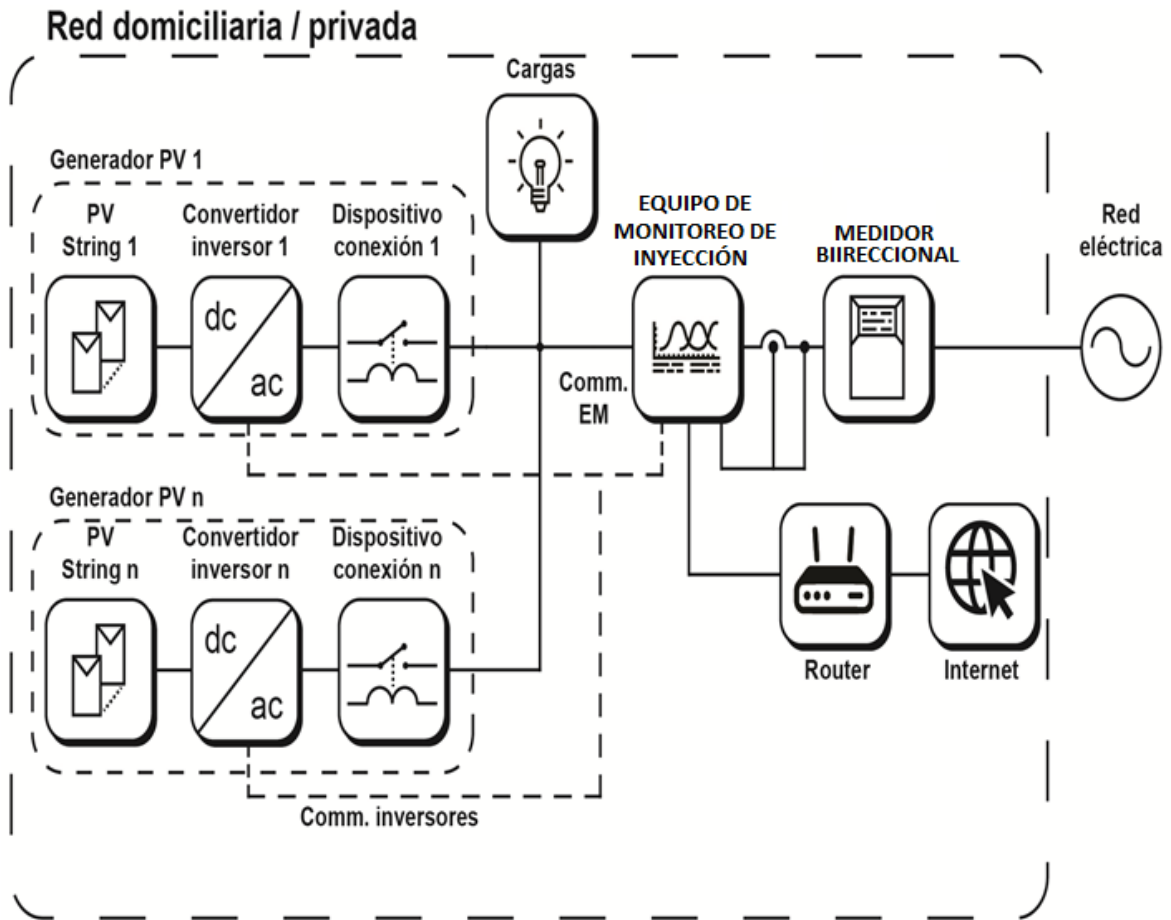
El diagrama unilineal tipo que se señala en este apéndice, muestra un esquema de generación a través de fuentes renovables, la cual dispone de una protección RI Centralizada con disparo transferido a través del interruptor de acoplamiento centralizado.

* La Protección RI Centralizada es obligatoria en proyectos fotovoltaicos mayores a 100 kW de capacidad instalada, y para cualquier fuente ERNC o cogeneración eficiente distinta de la fotovoltaica que no tenga inversores.

** El interruptor de acoplamiento centralizado puede estar en un lugar diferente de la RI Centralizada y activarse a través del disparo transferido, sin embargo, debe protegerse frente a sobrecargas y cortocircuitos.

ANEXO N° 3

ESQUEMA TIPO PARA UNIDADES GENERADORAS CON EQUIPO LIMITADOR DE INYECCIONES DE ENERGÍA



El esquema tipo que se señala en este apéndice, muestra un sistema de generación fotovoltaica controlada por un dispositivo central autónomo. Este esquema requiere de un equipo externo al sistema de generación (para el ejemplo, se utiliza el equipo de monitoreo de inyección que tiene la capacidad de medir el consumo neto de energía hacia la red), quien comunica al (los) inversor (es) al momento de limitar las inyecciones configuradas.

El máximo tiempo de actuación del sistema de limitación de inyección en reducir la potencia aparente exportada actual a un valor igual o menor a la capacidad exportable máxima será de 5 segundos.

El sistema de limitación de inyección debe ser fail-safe o falla-segura, de forma que, si cualquier componente o sistema de señales que comprometa la limitación de energía falla o pierde su fuente de alimentación, el esquema debe reducir la potencia activa inyectada a la red a un valor que sea menor o igual a la máxima potencia exportable en una ventana de 5 segundos.