

ANEXO1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

1. ALCANCE Y DESCRIPCION DE LAS ESPECIFICACIONES

Estas especificaciones cubren los requerimientos técnicos para la construcción de obras civiles y montaje electromecánico para la Interconexión S/E TRANSELECTRIC Jivino; Apertura de la Línea de Subtransmisión Jivino-Lago Agrio.

ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- Montaje y ensamblaje de torres metálicas.
- Transporte e izado de postes de hormigón armado
- Construcción de cimentaciones de las estructuras metálicas
- Desbroce a lo largo de la franja de servidumbre
- Ensamblaje de estructuras
- Construcción de caminos de acceso
- Instalación de puesta a tierra
- Instalación de tensores
- Tendido, regulado y engrapado de conductores de fase y cable de guardia.
- Instalación de herrajes y elementos de sujeción de suspensión y retención de conductores de fase y cable de guardia
- Ejecución de pruebas
- Control de calidad y cumplimiento del plan de manejo ambiental

En las bodegas de CNEL EP UN Sucumbíos se entregará:

- Carretes de conductor ACSR 500 MCM
- Carretes de cable de guardia conductor de acero de 3/8
- Accesorios y herrajes para el ensamblaje de conductores y cable de guardia.
- Herrajes, pernos, crucetas, aisladores, tensores, puestas a tierra, etc., de que dispone para la construcción electromecánica de la línea.
- Postes de hormigón armado
- Estructuras metálicas
- Demás materiales que sean necesarios para cumplir con el proyecto

Si durante la recepción, transporte, inspección o instalación de los conductores y/o materiales suministrados por el Contratista, la CNEL EP UN Sucumbíos encontrare ciertos materiales deficientes en cualquier forma, notificará al Contratista, inmediatamente, donde el contratista tendrán un plazo de 5 días para cambiar el material defectuoso.

Si por alguna razón no ha sido incorporado a la obra cualquier material suministrado, el Contratista debe reintegrarlo a las bodegas de CNEL EP UN Sucumbíos.

Los materiales para la construcción que serán retirados de las bodegas de CNEL EP UN Sucumbíos, ubicada en la ciudad de Lago Agrio, deben ser solicitados mediante el formulario de requisición correspondiente. El Contratista debe notificar a CNEL EP UN Sucumbíos, con un mínimo de una semana de anticipación a la fecha en que se necesite en la obra los materiales suministrados por CNEL EP UN Sucumbíos.

El sobrante del material retirado será, contabilizado y reingresado a las bodegas de CNEL EP UN Sucumbíos. Todos estos materiales irán acompañados del formulario respectivo.



2. TRANSPORTE E IZADO DE POSTES DE HORMIGON

El Contratista suministrará las instalaciones, bodegas, equipos y personal para el transporte y parado de postes de hormigón armado, para realizar las siguientes tareas:

- Movilización de personal y equipos
- Realización de caminos de acceso desde los caminos existentes hacia los sitios de implantación de las estructuras
- Suministro del material de compactación, en los sitios de trabajo
- Suministro de personal e instalaciones para el almacenamiento de los materiales
- Desbroce del sitio de plantado del poste
- Excavación de las cimentaciones
- Transporte carga y descarga de los postes de hormigón armado de alturas de 20m, desde las bodegas de la CNEL EP UN Sucumbíos, hasta los sitios de implantación de las estructuras
- Plantado de postes
- Sustitución del suelo de cimentación
- Relleno y compactación
- Numeración de las estructuras
- Cumplimiento del plan de manejo ambiental

2.1 Transporte carga y descarga

Los postes serán transportados evitando flexiones, apoyados como mínimo en tres puntos, los postes rectangulares serán apoyados sobre su cara angosta.

Las plumas de carga y descarga deberán ser de suficiente capacidad para la manipulación de los postes; los trailers deberán ser de longitud suficiente, de tal manera que los postes no sean transportados más de un tercio de su longitud total en cantiliver.

2.2 Izado de los postes

El izado de los postes, deberá realizarse con grúas de altura y capacidad suficiente, que permitan el seguro manipuleo del poste. El contratista deberá suministrar el equipo y personal para transportar los postes hasta los sitios de implantación de los mismos, el suministro de materiales para el relleno de las excavaciones, el camino de acceso a los puntos de izado de los postes y el desbroce y limpieza requeridos.

Previo al izado de los postes en el sitio de emplazamiento, la fiscalización verificará la existencia de fisuras en la superficie del poste, para determinar si han sufrido problemas por el manipuleo. En caso se observen fisuras que no sean capilares o superficiales y que sean mayores a los 2 mm y profundas, serán rechazados.

2.3 Excavación y relleno de las excavaciones

Previo la excavación, se limpiará la vegetación alrededor de la excavación, de tal manera que la tierra excavada pueda ser utilizada en el relleno del hueco.

Debido a las características de los suelos de cimentación de baja capacidad de resistencia, todas las estructuras se realizarán excavaciones más profundas, cambiando el material de cimentación por otro de préstamo, al igual se sustituirá con material de préstamo para el relleno en el contorno de los postes de acuerdo al diseño de cimentación correspondiente.

La compactación del relleno, se realizará por medios mecánicos, utilizando compactadores. El relleno se

realizará de acuerdo al diseño

2.4 Empotramiento del poste

El empotramiento de los postes tendrá una profundidad de 1/10 la longitud del poste más cincuenta centímetros. La sección de la excavación será lo estrictamente necesaria limitada por la facilidad de excavación que requiere el personal. Los postes pueden ser empotrados directamente en el terreno, cuando se ha determinado que las características del mismo son aceptables, se ha colocado la loseta inferior de sustentación y la profundidad de empotramiento sea la correcta.

2.5 Numeración

Los postes deberán ser numerados en forma secuencial y de acuerdo al resumen de ubicación de estructuras.

2.6 Caminos de acceso

Para la ejecución de los caminos de acceso en caso estos ser necesarios, El Contratista deberá dar cumplimiento con el plan de manejo ambiental.

El Contratista, en lo posible utilizará los caminos de acceso existentes, en caso de no haberlos, podrá construir, con la debida autorización de CNEL EP UN Sucumbíos, los caminos de acceso temporales preferentemente a lo largo de la franja de servidumbre de la línea, caso contrario construirá dichos caminos a través de los puntos de acceso más cercanos a las estructuras, tomando como trayectoria óptima aquella que minimice los daños a la naturaleza y al suelo. El ancho máximo de los caminos de acceso será de 4 m.

El producto de la apertura de caminos de acceso a la línea, como el desmonte, ramas, tallos serán repicados con herramienta manual para que se incorporen al suelo mas fácilmente.

El Contratista deberá mediante rótulos visibles, colocados en puntos estratégicos sobre carreteros o caminos, señalar la dirección del acceso hacia cada una de las estructuras.

En la elección de la ruta del camino de acceso, el Contratista tomará muy en cuenta el causar el menor impacto ambiental y no desestabilizar los taludes cercanos a las estructuras. El Contratista será responsable si debido a la construcción de un camino, cualquier estructura pierde estabilidad y debe corregir a su costo cualquier condición resultante de sus trabajos que pueda constituir un riesgo para las estructuras. Así mismo pagará a su costo por los daños que causare en la apertura de los caminos de acceso; y, las posibles indemnizaciones a los propietarios por la realización de caminos de acceso fuera del área del derecho de vía.

Para la utilización de caminos públicos y la conexión de los caminos de acceso a los caminos públicos, el Contratista se sujetará a los permisos y todo lo dispuesto en las leyes y reglamentos pertinentes.

El Contratista será responsable y efectuará a su costo el mantenimiento de los caminos privados que utilice durante la construcción de las obras.

El Contratista debe entregar a CNEL EP UN Sucumbíos, antes de la verificación física de los trabajos, un certificado de conformidad de los propietarios de los caminos privados que haya construido o utilizado, en el que conste que nada tienen que reclamar a CNEL EP UN Sucumbíos ni al Contratista en el presente ni en el futuro, por la construcción o utilización de sus caminos. El Contratista efectuará a su costo, todas las reparaciones que sean necesarias para cumplir este objetivo.

Dentro del derecho de vía los materiales productos de los cortes deberán depositarse en el límite del derecho de vía.

2.6.1 Drenajes

Donde sea necesario, los escurrimientos de agua deben ser desviados fuera de la vía, por medio de canales o alcantarillas. El Contratista debe construir las bermas y espaldones necesarios para controlar el escurrimiento de las aguas lluvias y evitar daños a la superficie de la calzada o a los terraplenes. Los espaldones desviarán el agua hacia áreas que no sean fácilmente erosionables.

2.6.2 Cercas y puertas

El Contratista tendrá especial cuidado para que las cercas que existan a lo largo de los caminos o en las zonas de vía de la línea de sub-transmisión, no sufran daños por las operaciones de construcción y adicionalmente se mantengan siempre cerradas para no afectar a los propietarios de los predios. En caso de presentarse daños, el Contratista a su costo debe reconstruir tales cercas y dejarlas en igual o mejor condición a las que tenían originalmente.

Cuando el Contratista deba pasar provisionalmente por una cerca, construirá una puerta de similares características al de la cerca, que dé las debidas seguridades a la propiedad.

2.7 Loseta superior de hormigón armado

En suelos pantanosos y/o bajos, de una capacidad portante inferior a 10 ton/m², se deberá prever de la instalación de una loseta superior de hormigón armado de un área de 2m x 1.50 m y 0.15m de profundidad, con la cara larga orientada transversalmente al eje de la línea.

2.8 Sustitución del suelo de cimentación

Bajo similar consideración al numeral anterior, en zonas bajas y /o pantanosas, se deberá realizar una sustitución del suelo en su parte superior en una profundidad de 50 cm, sustitución de suelo que deberá cumplir con las especificaciones, más adelante señaladas y que deberá ser rellenado mediante la compactación mecánica en capas, siguiendo las especificaciones técnicas constructivas para tal efecto.

3. FUNDACIONES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Contratista debe suministrar toda la mano de obra, equipos y materiales requeridos para la construcción de los diferentes tipos de fundaciones para las estructuras metálicas.

El contratista deberá realizar entre otros especificados, los siguientes:

- Preparación del sitio de ubicación de la estructura
- Ubicación de las estructuras
- Excavaciones
- Sustituciones del suelo de cimentaciones en caso requerirse
- Suministro, transporte de agregados, cemento, aditivos, agua y demás materiales necesarios para el hormigonado de las cimentaciones
- Ensamblaje de los stubs de las estructuras
- Caminos de acceso hacia los sitios de implantación de las estructuras
- Suministro, perfilado e instalación del acero de refuerzo
- Pruebas de los hormigones
- Sustitución de taludes
- Obras de protección

- Cumplimiento del plan de manejo ambiental

Si las condiciones locales fueran tales que el Contratista considere aconsejable cambiar la ubicación o tipo de estructura, tales cambios deben ser aprobados por la Fiscalización, previo a que el Contratista presente su propuesta debidamente justificada. El hecho de que el Contratista no presente objeción a la ubicación o tipo de estructura, significará que asume la total responsabilidad tanto de la estabilidad como del sitio de implantación de esa estructura.

Las fundaciones para las estructuras en alineación deben colocarse en forma que el eje longitudinal de la cruceta de la estructura quede en un plano perpendicular al eje de la línea.

Las fundaciones para las estructuras metálicas de retención terminales deben orientarse de acuerdo a los planos de diseño correspondientes Plano de las estructuras tipo y plano de la planta del diseño de ubicación de estructuras.

Los niveles del terreno existentes antes de la construcción de las fundaciones han sido considerados en la determinación de la altura de las estructuras.

3.1 Tipo de fundaciones para las estructuras.

Estructuras metálicas

CNEL EP UN Sucumbíos, entregará al Contratista, el tipo y diseño de las fundaciones a utilizarse para las estructuras metálicas tipo de la línea de interconexión, sobre la base de los estudios de mecánica de suelos, realizados por el Contratista, debiendo ser verificado al momento de la excavación y sobre la base del suelo de cimentación encontrada, proponer a la fiscalización y definir los diseños finales de cada una de las cimentaciones.

3.2 Preparación del sitio para las estructuras

El Contratista cumpliendo las normas de seguridad industrial tiene que adecuar un área circundante a las torres, convenientemente limpia y nivelada para su equipo de construcción de acuerdo a los planos entregados por CNEL EP UN Sucumbíos. El área nivelada tendrá una pendiente en dirección del drenaje natural a fin de que las fundaciones de las torres no estén sujetas a erosión.

El Contratista debe retirar a su costo, todo el material que se encuentre en el sitio de la estructura y/o que se haya acumulado durante los trabajos de desbroce. El Contratista, sin costo adicional para CNEL EP UN Sucumbíos, debe llevar a cabo toda la limpieza o trabajos de preparación necesarios tales como remoción de tocones, piedras o afloramientos de roca. El Contratista a su costo debe conservar o restaurar las gradientes naturales del terreno en los sitios de las estructuras y corregir cualquier condición resultante de sus trabajos que pueda constituir un riesgo para las estructuras.

En la restauración de la gradiente natural, el grado de compactación del terreno no deberá ser inferior al grado de compactación del terreno natural.

Los movimientos de tierras que se consideren necesarios llevar a cabo serán ejecutados cumpliendo con las normas de medio ambiente correspondientes.

Se tendrá especial cuidado para no disturbar el drenaje natural de los terrenos inclinados o su estabilidad natural.

Las quebradas y demás signos de erosión existentes deben protegerse para evitar su crecimiento o eliminarse.

3.3 Ubicación de las torres

Las tolerancias para la rotación, inclinación, dimensiones horizontales serán dadas por el fabricante de las estructuras, las cuales entregará CNEL EP UN Sucumbíos al Contratista; a falta de éstas se considerarán las siguientes:

Las estructuras deben quedar centradas en la posición estipulada, con una tolerancia de 20 cm a lo largo del eje de la línea y 20 cm en sentido transversal al mismo.

El eje transversal de las estructuras no podrá desviarse de la bisectriz del ángulo interior en más de un cuarto de un grado sexagesimal.

La diferencia de nivel de las zapatas debe quedar dentro del valor establecido con una diferencia máxima de 5 cm con relación a la cota de la estaca central de la torre. La tolerancia en la diferencia de nivel entre los cimientos de una torre no debe pasar de 5 mm, medida entre los puntos de referencia marcados sobre la cara de los ángulos de anclaje a la altura correspondiente a las extensiones de las patas o de ladera.

Al menos uno de los cuatro cimientos debe tener la profundidad mínima de fundación con relación al terreno natural. La profundidad de los otros cimientos podrá ser mayor.

3.4 Instalación de ángulos de anclaje

Se tomarán las medidas necesarias para evitar daños al acero galvanizado. Los ángulos de anclaje que se hayan dañado no podrán usarse antes de ser reparados o reemplazados según lo indique la Fiscalización.

Los ángulos de anclaje deben fijarse rígidamente para evitar su desplazamiento durante la colocación y la consolidación del hormigón.

La inclinación de cada ángulo de anclaje medido en el plano vertical de las diagonales de la torre, no debe diferir en más de cinco por mil, de la inclinación estipulada en los planos.

La distancia horizontal final instalada entre ángulos de anclaje adyacentes debe quedar dentro de la distancia especificada con una diferencia máxima de 5 mm y dentro de los 10 mm para ángulos diagonales opuestos. Las dimensiones horizontales se medirán en el plano horizontal que pasa por la marca del ángulo de anclaje de cada torre.

Las diagonales de la base de una torre y las bisectrices de los ángulos de anclaje deben quedar dentro de un cuarto de grado sexagesimal de separación entre sí.

Cuando se determine que los ángulos de anclaje están fuera de posición, en exceso de las tolerancias especificadas por CNEL EP UN Sucumbíos y/o del diseñador de las torres, se procederá a la reubicación de dichos ángulos, a costo del Contratista.

El procedimiento para la reubicación de los ángulos de anclaje debe ser propuesto por el Contratista a CNEL EP UN Sucumbíos para su revisión; si es aprobado se ejecutará el trabajo en presencia de la Fiscalización; en caso contrario el Contratista deberá demoler la fundación y rehacer todo el trabajo a su costo, incluso deberá reponer a CNEL EP UN Sucumbíos los ángulos de anclaje que resulten dañados y/o que no puedan recuperarse.

3.5 Excavaciones

El contratista deberá tomar en consideración para la realización de las excavaciones, los criterios detallados en el plan de manejo ambiental para esta línea.

El Contratista debe limitar su excavación del suelo natural en la forma y dimensiones requeridas en los planos del proyecto.

No se pagará por excavaciones adicionales que resulten de errores de ubicación, de excavaciones excesivas o de sobre excavaciones por procesos constructivos.

Los bordes de las excavaciones de la fundación de cualquier torre no deben quedar en ningún caso a una distancia menor de 12 m de la cabeza del talud de corte cuando el camino esté a un nivel inferior y cuando el camino esté a un nivel superior la Fiscalización determinará la distancia mínima. La distancia mínima de 12 m podrá aumentar cuando a juicio de la fiscalización lo crea conveniente.

3.5.1 Excavación del cimiento

El Contratista hará la excavación estrictamente necesaria para el tipo de cimiento aprobado y limitará sus operaciones a un área de trabajo mínima usando procedimientos eficientes de construcción. Cuando la excavación excediera las cotas o dimensiones señaladas en los planos del proyecto, el Contratista, a su costo, rellenará la sobre-excavación con hormigón de replantillo o del mismo tipo al que corresponde la cimentación.

La cimentación sobre suelo se hará excavando hasta dejar una superficie perfectamente plana (sobre suelo sin disturbar) de una capacidad soportante adecuada.

Toda excavación con extractos deleznable o inestables que puedan derrumbarse, deberá ser entibada. En todos los casos el diseño y cálculo del entibado debe ser aprobado por la Fiscalización, no se reconocerá ningún pago adicional por el uso de entibados.

Cuando sea necesario, toda la excavación debe protegerse por cercas o taparse con cubiertas fuertes removibles según sea el caso.

Cuando la excavación tenga lugar en tierras cultivadas, el suelo vegetal debe apilarse separadamente y colocarse nuevamente después de terminado el relleno. Las excavaciones para las cimentaciones estarán limitadas por las facilidades de colocación del hormigón o por las dimensiones dadas en los respectivos planos para cimientos, especialmente cuando el hormigón deba colocarse sobre el suelo no perturbado.

La excavación en limos, arcillas o suelos húmedos que exista el riesgo de desplome, por las características del terreno deberán dejarse abiertas el menor tiempo posible y adicionalmente se entibarán a partir de una profundidad superior a 1.5 m de en la excavación. En todo caso el Contratista será responsable de la estabilidad de la excavación.

En los sitios que sean necesarios, el Contratista excavará el terreno natural para la conformación de terrazas con el objeto de nivelar el suelo de implantación de la estructura o para mejorar la estabilidad de taludes.

3.6 Restitución de taludes naturales

En los sitios en los que se requiera, por condiciones de estabilidad, se restituirá el talud natural.

El relleno compactado se ejecutará conforme lo indicado en lo especificado para rellenos.

3.7 Desagüe en excavaciones

Para la construcción de fundaciones en zonas con nivel freático alto, el Contratista debe contar con el equipo de agotamiento suficiente y adecuado para conservar secas las excavaciones durante estas operaciones. Se deberá tomar las medidas preventivas del caso para evitar que el agua desalojada cause erosión.

Los costos de estos trabajos deben estar incluidos en los precios unitarios de la excavación.

3.8 Sustitución del suelo de fundaciones.

La sustitución del suelo se hará de acuerdo con lo que se indique en los planos y/o con lo que indique la Fiscalización.

Si al término de la excavación se observa que el suelo no es apto para soportar las cargas sobre la torre, CNEL EP UN Sucumbíos. Ordenará sustituirlo con material de sub-base, compactado hasta el grado del 95% del Proctor Standard (AASHTO T 99). La profundidad de sobre-excavación será definida por la Fiscalización.

Donde CNEL Sucumbíos lo requiera, la Fiscalización podrá ordenar la elaboración de mezclas de suelo natural, con cemento, para mejorar el suelo de fundación. El Contratista debe presentar el diseño de mezclas, sobre la base de los análisis realizados en un laboratorio aprobado por la Fiscalización.

La sustitución de suelo de fundación se realizará y controlará de acuerdo a lo especificado para el relleno compactado.

3.9 Relleno con material de Sub-base (grava-arena) compactada

En donde se requiera para sustituir el suelo del relleno de la cimentación, se deberá utilizar material de sub-base, el mismo que deberá cumplir con las características y graduación indicada a continuación para Clase 2 o Clase 1 y la compactación con lo indicado en las especificaciones correspondientes.

a. Materiales

El material se compondrá de partículas duras de escoria, piedras o grava, tamizadas o trituradas, para obtener el tamaño y la graduación exigidos.

El material no podrá contener materiales vegetales, grumos o terrones de arcilla y tendrá que cumplir con una de las graduaciones indicadas más adelante, usando los procedimientos de ensayo de la norma AASHTO-T 11 y T 27.

Los agregados gruesos deben tener un porcentaje de desgaste no mayor del 50% a 500 revoluciones determinado según el ensayo ASSHO T96. La porción de material que pase por el tamiz N° 40 debe tener un índice de plasticidad no mayor a 6 ni menor a 2 y solo en casos especiales, autorizado por la Fiscalización se admitirá un valor máximo de 9 y un límite líquido mayor a 25.

b. Graduación

Los requisitos de graduación para el agregado de Sub-base son cualquiera de los siguientes:

TAMIZ	% QUE PASA (EN PESO POR LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA AASHTO-T27 T11)	
	CLASE 2	CLASE 1
50.4 mm (2")	100	
38.1 mm (1 ½")	90-100	100
4.75 mm (No. 4)	40-80	30-70
0.075 mm (No.200)	0-15	0-15

Antes de ser transportados a los sitios de colocación, las gravas y otros materiales deben ser aprobados por la Fiscalización.

3.10 HORMIGONES Y ACERO DE REFUERZO

Esta sección cubre el suministro de los materiales, mano de obra, supervisión y equipo, así como encofrados, elaboración, transporte, vaciado y curado del hormigón, siendo además responsable de la toma de cilindros de prueba y el transporte al laboratorio aprobado por CNEL EP UN Sucumbíos

3.10.1 Cemento

El cemento deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones para cemento Portland ASTM C150, tipo I y/o II con la exigencia adicional de que el contenido de álcalis no debe exceder al 0.60% medido como óxido de sodio equivalente. Tanto en el transporte, como en la bodega y sitio de la obra debe protegerse adecuadamente de la humedad y de la contaminación. No podrá usarse en el trabajo cemento regenerado o cemento que contenga terrones, o que presente falso fraguado.

Los ensayos a realizarse para demostrar que cumplen con la norma ASTM C150, serán en muestras tomadas en el sitio de almacenamiento, con la presencia de la Fiscalización y los resultados serán entregados a CNEL EP UN Sucumbíos inmediatamente y tendrán una antigüedad no mayor a 15 días.

3.10.2 Agregados

Todos los agregados, arena y grava, o roca triturada, o una combinación de los dos, serán no reactivos y deben cumplir los requisitos de ASTM C-33.

Esta información debe ser entregada a la Fiscalización para su aprobación 30 días antes de comenzar la colocación del hormigón.

El agregado fino cumplirá con las especificaciones establecidas para el hormigón. La granulometría será uniforme de acuerdo con las secciones para agregado fino de las especificaciones ASTM C-33 para agregados de hormigón. El agregado fino no debe tener contenido orgánico, ensayo realizado mediante la Norma ASTM C-40.

Si presenta contenido orgánico, deberá elaborarse un mortero con la porción en estudio y la misma arena lavada siguiendo los requerimientos de la Norma ASTM C-87. Se aprobará la arena en estudio si ésta presenta valores de resistencia a las compresiones mayores o iguales al 95% de la resistencia del mortero obtenido con la misma arena lavada.

El agregado grueso cumplirá lo indicado en las secciones para agregado grueso de la ASTM designación C-33. Será bien graduado y estará compuesto de grava lavada o roca triturada consistente de partículas duras, fuertes y durables, sin laminaciones, partiduras, recubrimientos, partículas suaves, porosas y

deleznable. Pasará el tamiz de 38 mm y será retenido en el N° 4. Su granulometría debe satisfacer las condiciones de la norma ASTM-C-33 para el tamaño nominal máximo de agregado 1 ½".

El Contratista entregará a la Fiscalización los datos de los ensayos referentes a la reactividad potencial alcalina del cemento con los agregados. Estos ensayos se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones ASTM C-289, y con un laboratorio acreditado y aceptado por la Fiscalización.

3.10.3 Agua

El agua que se use para mezclas de hormigón debe ser limpia y estar libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que pueden ser perjudiciales al hormigón o al acero, lo cual debe demostrar el Contratista mediante los correspondientes certificados expedidos por laboratorios aprobados por la Fiscalización. El agua potable es aceptable.

Si se contempla el uso de agua no potable, la selección debe basarse haciendo mezclas de hormigón preparadas con agua de dicha fuente, de acuerdo con el ensayo ASTM C-109. Las fuentes de agua deberán ser sometidas a la aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos, siete días antes de su empleo en el hormigón.

3.10.4 Aditivos

Para el uso de cualquier aditivo a ser incorporados al hormigón, El Fiscalizador dará su autorización previa la verificación del efecto del aditivo; para lo cual, el Contratista deberá realizar los respectivos ensayos establecidos. No se permitirá el uso de aditivos que contengan cloruros.

Las pruebas para la aprobación de aditivos se harán usando el mismo tipo de cemento, agregados y agua que se emplean para la elaboración del hormigón, comparando mezclas testigo que no contengan aditivo, con mezclas que contengan el aditivo propuesto.

El aire incluido en los diferentes hormigones en estado fresco no debe exceder en ningún caso de un 5% en volumen y se realizará de acuerdo a las normas ASTM C 260 y C 233.

3.10.5 Mezcla de diseño

La mezcla para cada clase de hormigón debe diseñarse en un laboratorio de ensayos aprobado por la Fiscalización, utilizando los agregados, cemento y agua previamente aprobados por CNEL EP UN Sucumbíos. Los resultados de los diseños de cada clase de hormigón deben presentarse a la Fiscalización para su aprobación, 30 días antes de la iniciación del hormigonado. La resistencia de la mezcla del diseño debe cumplir con la Norma ACI-214. No se permitirá hormigonar utilizando mezclas no aprobadas por la Fiscalización.

La dosificación de los materiales deberá realizarse al peso y volumen.

3.10.6 Fabricación del Hormigón

Todo hormigón a colocarse en la obra será mezclado a máquina con el uso de concretas. Sólo el hormigón para replantillo ($f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$) podrá mezclarse a mano.

La medida, mezcla y colocación del hormigón debe ceñirse a los requerimientos del Código de Construcción para Concreto Reforzado, ACI 318 y la Práctica Recomendada para Medida, Mezcla y Colocación de

Hormigón, ACI C-14. Cuando se utilice hormigón premezclado, la planta y medios de transporte, deben ser aprobados por la Fiscalización, con 30 días antes de su empleo.

El tiempo de mezclado se regulará de manera que se asegure una mezcla homogénea de todos los materiales. En todo caso no debe ser inferior al calculado por la siguiente expresión: $t = 1.0 + V/3$, siendo (t) el tiempo mínimo en minutos de mezclado para una mezcladora con una capacidad (V) en m³.

Cuando el transporte del hormigón se haga utilizando camiones mezcladores, el hormigón enviado al sitio de utilización será mezclado en ruta. La mezcla cumplirá las especificaciones ASTM-C 94. La mezcla será rigurosamente controlada en el tiempo de agitación, tiempo de mezclado y tiempo total, luego del arribo al sitio. El hormigón será colocado en el sitio final, en los encofrados, dentro de la 1 ½ horas después de la adición del agua al cemento.

Si se estima que el tiempo de transporte del hormigón pudiere ser mayor de una hora, necesariamente el transporte se hará con la mezcla en seco, agregando el agua en el sitio de vaciado.

A menos que se determine de otra manera por la Fiscalización, el asentamiento del hormigón será el siguiente, medido con el del cono de Abrahms:

Tipo de estructura	ASENTAMIENTO	
	Máximo	Mínimo
Pilas y monobloque	80 mm	40 mm
Columnas y vigas de amarre	100 mm	50 mm

Si la Fiscalización lo estima necesario, ordenará que se haga una prueba del asentamiento del hormigón que sale de la mezcladora y otra para el mismo hormigón en el momento de vaciado, la diferencia de asentamiento no será mayor a 20 mm.

3.10.7 Colocación del hormigón

El contratista debe suministrar todos los materiales, mano de obra, supervisión y equipo; así como los encofrados, transporte, preparación, vaciado y curado del hormigón; siendo además responsable de la toma de cilindros de prueba y el transporte a un laboratorio de hormigones aprobado por el Fiscalizador.

El Contratista debe comunicar a la fiscalización con 24 horas de anticipación los lugares donde va a colocar el hormigón.

La colocación del hormigón se podrá ejecutar en el sitio de la obra, sólo con la presencia de la Fiscalización.

La colocación del hormigón debe iniciarse tan pronto se haya instalado el refuerzo, las formaletas, los ángulos de anclaje y una vez que se haya obtenido la aprobación correspondiente de la Fiscalización.

Todo el hormigón debe colocarse sobre superficies secas. Donde la remoción del agua no sea posible, el Contratista debe obtener la aprobación de la Fiscalización de cualquier otro método de colocación. La aplicación de este nuevo método no significará ningún incremento en los precios unitarios de los ítems a ejecutarse.

La superficie superior del hormigón o pedestales debe terminar plana con una pendiente de 1:10 desde el ángulo de anclaje. El punto de referencia del ángulo de anclaje debe quedar expuesto al menos 2 cm y no más de 5 cm. Sobre el hormigón.

Todas las esquinas deben tener un bisel de 2.5 cm.

Las formaleas deben impregnarse en su cara interior con un desmoldante aprobado por la Fiscalización y no deben removerse antes de 24 horas después de colocado el hormigón.

Los sobrantes de hormigón deben botarse cuidando de no causar daño al medio ambiente.

Inmediatamente antes de la colocación del hormigón se debe limpiar las áreas excavadas y/o las superficies de los encofrados. La cuadrilla de hormigón del Contratista debe estar equipada con por lo menos dos vibradores en buen estado de funcionamiento, canaletas, y mangas para dirigir el flujo del hormigón. El Contratista no iniciará la colocación del hormigón hasta cuando la excavación, equipos y los elementos embebidos hayan sido inspeccionados por la Fiscalización. Esta inspección no relevará al Contratista de su responsabilidad de conservar la excavación y demás elementos en condiciones aceptables hasta cuando se termine la colocación del hormigón.

La colocación del hormigón debe llevarse a cabo en tal forma que se evite la segregación del agregado, para reducir la segregación del agregado grueso, el hormigón no se dejará caer sobre zonas densas de varillas de refuerzo o sobre los ángulos de anclaje; en tales casos debe usarse canaletas o mangas. En ningún caso se dejará que el hormigón caiga libremente a más de 1.50 m de altura.

El hormigón debe consolidarse solamente mediante vibradores de la frecuencia necesaria para garantizar la consolidación del hormigón en una masa densa, homogénea y sin vacíos. Los vibradores de inmersión deben tener una frecuencia de vibración comprendida entre 6.000 y 7.000 vibraciones por minuto cuando estén sumergidos en el hormigón y no deben ser de un diámetro mayor a 6 ½ centímetros.

El hormigón que no haya sido colocado dentro de una y media hora después de que todos los componentes hayan sido mezclados, deberá descartarse y botarse a cuenta y costo del Contratista. Tampoco podrá colocarse ningún hormigón que haya empezado a fraguar, aún cuando el tiempo especificado no haya transcurrido.

En caso de que el Contratista requiera colocar hormigón en jornadas nocturnas, sin costo adicional deberá instalar todo el sistema de iluminación y de seguridad que se requiera de acuerdo a juicio de la Fiscalización.

3.10.8 Encofrados

Los encofrados serán rígidos, de superficies uniformes, suficientemente fuertes para soportar las cargas producidas por el hormigón fresco, indeformables, alineados, nivelados y estarán suficientemente ajustados para impedir la filtración del mortero. Ellos se acomodarán cuidadosamente a las dimensiones indicadas en los planos para el hormigón terminado. El lado acabado liso será colocado hacia el hormigón. En los ángulos de todos los encofrados se colocarán tiras chaflanadas de 20 X 20 mm para eliminar las aristas vivas del hormigón.

Deben ser apuntalados adecuadamente, afianzados en conjunto para mantener su posición y forma. No se permitirá pandeo, ni desplazamiento en los encofrados. Amarres de alambre o zunchos de acero no serán permitidos excepto en aquellas estructuras que apruebe la Fiscalización.

Los amarres serán de un tipo tal que no dejen ningún metal en el hormigón con un recubrimiento menor que el especificado desde la superficie expuesta.

Antes del uso, los encofrados serán cuidadosamente limpiados y lubricados con el uso de desmoldantes de aceite mineral tipo cimbrafest de fester o similar, evitando el uso de aceite quemado o diesel. Esto se hará cuidando de no contaminar el acero.

3.10.9 Instalación de accesorios embebidos

Los miembros estructurales, perfiles y conductos a ser embebidos en el hormigón, serán localizados apropiadamente y asegurados a los encofrados. Los escotes, asientos, cavidades que deben recibir armaduras, herrajes, montantes y/u otros elementos, deben ser formados de acuerdo con las posiciones y dimensiones precisas obtenidas de los planos aprobados para la construcción.

3.10.10 Acero de refuerzo

Las varillas de refuerzo serán de grado cuarenta y/o sesenta, de acuerdo a lo que se indique en los planos de construcción y que cumplan los requerimientos de ASTM designaciones A-615 y A-305.

El refuerzo de malla de alambre electro soldado, cumplirá los requerimientos de ASTM designación A 185.

El acero de refuerzo debe ser limpio y libre de óxido suelto, escamas, lechada de cemento, imperfecciones, rajaduras, excesivas costras de laminado, pintura, aceite, grasa y más materiales indeseables, que reduzcan la adherencia con el hormigón.

El acero de refuerzo para hormigón se debe almacenar ordenándolo en lotes separados por diámetro y longitud y se evitará que quede en contacto directo con el suelo. En caso de que el período de almacenamiento se prolongue, se deberá proteger el acero contra la humedad.

Las varillas de acero de refuerzo se cortarán y doblarán en frío de acuerdo a las dimensiones y radios de curvatura indicadas en los planos de diseño y no se permitirá enderezar y volver a doblar. No se utilizarán varillas que tengan torceduras o dobladuras que no aparezcan en los planos.

El acero de refuerzo debe ser colocado estrictamente en las posiciones indicadas en los planos. Todas las intersecciones se fijarán mediante amarras con alambre de acero negro recocido o galvanizado N° 18 y no se permitirán puntos de soldadura en reemplazo de las amarras, excepto cuando la Fiscalización autorice el uso de mallas prefabricadas. Los empalmes de las varillas se harán usando un traslape de acuerdo a la norma ACI-318.

Para conseguir el espaciamiento entre varillas adyacentes y entre las varillas y el encofrado, se puede usar espaciadores de hormigón fabricados con mortero de relación cemento-arena 1:3 u otros aprobados por la Fiscalización.

No se permitirá el asentamiento de las varillas en capas de hormigón fresco y el ajuste de las varillas durante la colocación del hormigón.

Todos los extremos libres de las armaduras se deben amarrar firmemente a un atiesador adecuado, para evitar movimientos perjudiciales durante el hormigonado.

Durante la colocación del hormigón, el mortero fresco que salpique a las armaduras y se haya resecado, deberá ser eliminado antes que quede incorporado al hormigón.

La Fiscalización dará su autorización para la iniciación del hormigonado, siempre y cuando se verifique que se están cumpliendo con los planos de diseño y las especificaciones técnicas correspondientes.

3.10.11 Desencofrado y reparaciones

Los encofrados serán retirados en la oportunidad y de manera tal que se asegure la estabilidad completa de la estructura.

Los encofrados no podrán retirarse antes de 24 horas de colocado el hormigón. El Contratista deberá evaluar el tipo de elemento estructural, antes de proceder a la remoción de los encofrados.

Las perforaciones en la superficie exterior de las caras de las fundaciones, serán limpiadas completamente de todo material suelto o defectuoso, y humedecidos con agua, siendo rellenos luego completamente con mortero 1:2 cemento-arena. La superficie será alisada con una llana de madera y posteriormente colocada una membrana de curado. Esta reparación se ejecutará inmediatamente después de desencofrar.

Si después de retirados los encofrados se comprueba que cualquier parte de las estructuras de hormigón no corresponde a las alineaciones indicados en los planos, está desnivelada, presenta superficies defectuosas que contengan porosidades o se encuentren fracturadas, la Fiscalización a su criterio ordenará su remoción o reparación a costo del Contratista. En caso de reparación ésta no podrá ser efectuada sin previa autorización de la Fiscalización.

Las reparaciones, en caso de ser ordenadas, serán realizadas dentro de las 24 horas al retiro de los encofrados y debe efectuarse de manera que se asegure un perfecto relleno de todo el sector.

3.10.12 Cuidado y Curado

Tan pronto como las superficies expuestas del hormigón lo permitan, se curarán con una membrana impermeable que retenga la humedad. Esta membrana sellante cumplirá con la norma ASTM-C 309 y con las instrucciones del fabricante.

Durante y después del período de curado, el hormigón no debe estar sujeto a ninguna carga, vibración, abrasión u otros abusos dentro del control del Contratista.

3.10.13 Juntas de Construcción

Se considerarán como juntas de construcción todas aquellas superficies de hormigón dejadas por razones de diseño, de construcción o de suspensiones inevitables del hormigonado en las que el hormigón en sitio haya endurecido hasta el grado que al introducir el vibrador en el hormigón no pueda retirarse sin dejar huella.

En lo posible se evitarán las juntas de construcción en la fundación, pero si por razones fortuitas ajenas a la voluntad del Contratista, es necesario realizarlas, éstas se harán utilizando un aditivo que garantice la unión, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y aprobado por la Fiscalización.

Las superficies de las juntas de construcción deben prepararse hasta eliminar la lechada superficial, con chorros de arena o picando con punzones de acero, después de lo cual se limpiarán con chorro de agua o de aire a presión hasta eliminar todo material suelto que pueda afectar la adherencia del hormigón en estado fresco.

3.10.14 Pruebas de hormigones

Los ensayos de los hormigones serán llevados a cabo por el Contratista en presencia de la fiscalización, siendo obligación del Contratista obtener, manipular, almacenar y transportar las muestras hasta los laboratorios autorizados por la Fiscalización. Las muestras deben obtenerse cuando el hormigón está siendo colocado y se medirá por medio del cono de Abrahms asentamiento y otras propiedades que se requieran para verificar el cumplimiento de las especificaciones.

La toma de muestras y las pruebas de resistencia a la compresión simple se realizarán según las normas ASTM C-172 y C-873 y deben ser marcadas y curadas de acuerdo a la Norma ASTM C-31.

La muestra consistirá en tres (3) cilindros normales de 15 X 30 cm (6" X 12"), que se tomarán de paradas seleccionadas del hormigón. Se tomará una muestra por cada estructura. Además se tomará una muestra cuando haya cambios en los materiales y/o método de mezclado. En cada oportunidad que se tome una muestra debe efectuarse un ensayo con el cono de Abrahms para medir el asentamiento del hormigón.

El Contratista debe proteger, almacenar y transportar los cilindros en cajas de curado adecuadas hasta que sean ensayados en presencia de la fiscalización. Se probará un (1) cilindro a la edad de (7) siete días y (1) cilindro a la edad de 28 días en un laboratorio aprobado por la Fiscalización quedando un cilindro como testigo. Se tomará el promedio de las resistencias de los tres cilindros, como el valor representativo de una prueba en particular. Dicho promedio de tres (3) pruebas consecutivas debe ser igual o mayor que la resistencia especificada y en ningún caso cualquiera de los cilindros probados debe tener una resistencia menor al 90% de la resistencia especificada.

El Contratista debe remitir para la aprobación por parte de la Fiscalización los ensayos de laboratorio, para los materiales que se propone utilizar en los hormigones y morteros.

3.10.15 Tipos de hormigón

Según los requerimientos que se indican en las diferentes secciones correspondientes de estas especificaciones o en los planos, se diseñarán los siguientes tipos de hormigón:

Tipo de hormigón	Resistencia a los 28 días
A	210 kg/cm ²
B	180 kg/cm ²
C	140 kg/cm ²
D	Ciclópeo

El hormigón ciclópeo estará conformado con un hormigón tipo B y un 40% máximo de piedra desplazante con un tamaño máximo de 15 cm.

4. ESTUDIO MECANICA DE SUELOS

Estas Especificaciones Técnicas establecen los requisitos técnicos para la realización de los Estudios de Mecánica de suelos, los mismos que deben cumplir con los siguientes requerimientos:

4.1 Objetivo

Obtener el estudio de suelos de conformidad con las normas técnicas y protocolos aplicables y con sujeción a los requerimientos de CNEL EP UN Sucumbíos y las recomendaciones sobre el tipo de cimentaciones.

4.2 Objetivos específicos

- a) Establecer las características físicas y mecánicas de los sitios en los cuales está previsto la construcción de las estructuras del proyecto.
- b) Calificar mediante ensayos de laboratorio las características físicas del material encontrado a través de los sondeos mecánicos ejecutados.
- c) En base a ensayos de penetración estándar (SPT) definir el perfil estratigráfico del terreno en estudio, como también especificar el nivel del terreno competente definido como el nivel de cimentación.

4.3 Alcance

El Estudio de cada sitio comprende la ejecución de las siguientes actividades:

Se ejecutarán los trabajos de campo y laboratorio bajo la supervisión de un Ingeniero Civil, Especialista en Mecánica de Suelos. Los requerimientos de los equipos de campo, laboratorio y procedimientos de ensayos se sujetarán a las normas establecidas por la ASTM, AASHTO y/o INEN, aplicables a esta disciplina.

4.3.1 Trabajos de Campo

CNEL EP UN Sucumbíos proporcionará al Consultor un listado, en el que se precisarán los sitios a ser estudiados. Cada investigación consistirá de un sondeo de penetración estándar continuo y recuperación de muestras de mínimo 10m. La prueba se efectuará en toda la longitud de la perforación y cada 1.0 metro.

Cada sondeo se ejecutará mediante el método estándar para la prueba de penetración y obtención de muestras de suelos, utilizando la herramienta "saca muestras partido", según normas AASHTO T-206-70, ASTM 1586-67 o INEN CO. 0902301.

En los niveles que lo requiera el Administrador, se recuperarán muestras inalteradas con tubos de pared delgada tipo Shelby (2" – 3" de diámetro). Las muestras inalteradas recuperadas en las pruebas SPT deberán ser lo más representativas posibles y si una muestra de este tipo incluye dos o más estratos de suelo, cada uno de ellos se envasará por separado en fundas de polietileno convenientemente rotuladas.

Se recuperarán muestras del tipo integral, que cubra los tres primeros metros de exploración, descartando la cobertura vegetal. Esta muestra inalterada se utilizará para la ejecución de los ensayos de compactación Proctor Estándar.

Se ejecutará la descripción manual – visual de los suelos por cada metro explorado en función a la Práctica recomendada por la norma ASTM-2488.

Se obtendrán datos del nivel freático y nivel de inundación de cada sitio de exploración. Para el caso del nivel freático su determinación se ejecutará a las 24 horas de haberse concluido la exploración. La Consultora preverá los accesorios y protecciones necesarios, para la recuperación, y transporte de las muestras de los sondeos.

Para los efectos de profundidades de exploración, conclusión de los sondeos y pagos al consultor, CNEL EP UN Sucumbíos, establece como rechazo la presencia de suelos con un valor "N" igual o mayor a 50 golpes durante tres (3) metros continuos de exploración. En este punto se considerará concluida la exploración. Cualquier variación en su profundidad, estará en función a la aprobación de la Fiscalización o Administrador del Contrato.

En los casos que la exploración mediante percusión y/o lavado no permita avanzar hasta detectar el estrato resistente, en los términos del acápite anterior, la Consultora procederá a la perforación con corona de diamante en diámetro NQ.

Se ejecutarán calicatas con una dimensión mínima de 1.50 x 1.50 x 3.00 metros como máximo de profundidad. La definición de este tipo de exploración se establecerá previa autorización del Administrador del Contrato. En estas excavaciones se recuperarán muestras alteradas, inalteradas tipo cúbicas de arista mínima 25 cm., y muestras integrales para ensayos de compactación.

4.3.2 Trabajos de Laboratorio

Donde lo requiera el Administrador del Contrato, y en función a los requerimientos para los trabajos definidos en los ensayos siguientes:

- Muestras Alteradas:
- Humedad Natural
- Límites de Atterberg: líquido, plástico y contracción
- Granulometría
- Pasante tamiz 200
- Expansión libre y controlada
- Proctor Estándar tipo AASHTO T-99
- Peso volumétrico suelto
- Peso volumétrico varillado
- Densidad saturada superficialmente seca
- Porcentaje de absorción
- Gravedad específica
- Abrasión
- Sulfatos

Muestras Inalteradas:

- Humedad Natural
- Límites de Atterberg: líquido, plástico y contracción
- Granulometría
- Pasante tamiz 200
- Triaxial tipo UU
- Compresión Simple
- Expansión libre y controlada
- Ensayos de compresión en cilindros de $\phi 15 \times 30$ cm.

4.3.3 Trabajos de Gabinete

Se presentará un informe detallado de cada sitio estudiado, en el que se reportará lo siguiente:

- Breve descripción geológica del sitio de la torre
- Registro de los ensayos de penetración Standard (S.P.T.)
- Perfil estratigráfico
- Resultado de los ensayos de laboratorio
- Indicación del nivel freático y/o máximo de inundación
- Capacidad portante última del suelo, en base al valor "N"
- Capacidad portante última del suelo en base a sus parámetros de cohesión, peso específico y ángulo de fricción.

- Tipo de cimentación recomendable
- Cota de cimentación requerida
- Determinación de la carga de servicio, última y admisible, tanto a tracción, compresión y corte.
- Determinación de los Valores del Coeficiente de Reacción Lateral de los
- Suelos, a lo largo de la profundidad de exploración.
- Análisis del potencial de expansión de los suelos.
- Asentamientos permisibles
- Tipos de rellenos compactados a utilizarse
- Sustitución de suelos para fundaciones y rellenos compactados

4.4 Informe de Estudio de Suelos

El resumen de los trabajos realizados se entregará en un informe original y dos copias, en los que se incluyan estudios de mecánica de suelos, referencias técnicas, Especificaciones Técnicas, Obra Civil, referencias bibliográficas y recomendaciones para el diseño estructural de las cimentaciones y rellenos compactados, así como, alternativas de protección para la estabilidad de los sitios de las estructuras, en caso de detectarse factores que puedan afectar a la seguridad de la estructura. En este informe se incluirán los estudios de los materiales y fuentes para su uso en los concretos, rellenos, mejoramiento y sustituciones.

5. MONTAJE DE TORRES DE ACERO GALVANIZADO

El Contratista deberá:

- Transportar las torres suministradas desde las bodegas de CNEL EP UN Sucumbíos hasta los sitios de implantación de las estructuras.
- Clasificación de las estructuras
- Reparaciones puntuales del galvanizado
- La mano de obra y el equipo para ensamblar y erigir las estructuras metálicas
- Instalación de placas de seguridad y numeración
- Cumplimiento del plan de manejo ambiental

Las estructuras deberán ensamblarse conforme se establece a continuación y/o conforme a las recomendaciones del diseñador y del fabricante de las torres. En ningún caso podrá efectuarse la erección de las torres antes de que la Fiscalización haya recibido en forma satisfactoria el montaje de los ángulos de anclaje y el relleno compactado de las fundaciones.

5.1 Clasificación de las estructuras.

El contratista deberá seleccionar un área con las seguridades correspondientes suficientemente amplia que le permita clasificar cada una de las estructuras.

Una vez clasificadas las torres en el área de clasificación, estas deberán ser transportadas hacia los diferentes sitios de implantación de cada una de las estructuras.

El número marcado en cada miembro de acero corresponderá con el número de marca indicado en los planos de montaje del fabricante.

5.2 Ensamblaje.

Las torres deben ser ensambladas y erigidas de conformidad con los planos de montaje del fabricante.

El prearmado para el montaje se realizará en partes menores que sean de peso tal que se puedan izar con plumas.

Las torres deben ser erigidas por el método de "erección floja" con excepción de los paneles del conjunto inferior de la torre, que deben ser empernados y ajustados inmediatamente después del ensamblaje y nivelación. Las diagonales principales deben ser empernadas en forma floja hasta que se realice el ajuste final de la torre.

Las patas y los brazos de los paneles sujetos a esfuerzos deben armarse completamente con todos los pernos colocados antes de superponer los miembros de los paneles superiores.

Ningún otro método de montaje será empleado a menos que la Fiscalización lo autorice específicamente.

Los miembros de acero deben manejarse cuidadosamente para evitar dobladuras o daños al galvanizado. El izado de estos elementos debe hacerse con cables de material no metálico.

Las piezas de acero de las torres deberán ser mantenidas fuera de contacto directo con el piso y las plataformas de los vehículos por medio de bloques de madera. Se debe usar pedazos de madera como espaciadores para mantener separados los miembros apilados, de tal manera de proteger al galvanizado de las superficies.

Durante el ensamblaje, el Contratista no debe aplicar esfuerzos que produzcan dobladuras de los elementos de acero.

5.3 Pernos, Tuercas y Arandelas.-

Cada ensamblaje de perno consistirá de un perno, una tuerca hexagonal, una arandela plana y una contratuercas. El tamaño y localización de los pernos se indican en los planos de montaje del fabricante. Deben usarse las longitudes de pernos especificados para cada conexión que garantice el apoyo sobre la espiga del perno y no sobre la rosca.

Los pernos deben instalarse con las tuercas encima y fuera de los miembros de tal manera que las tuercas puedan ajustarse o inspeccionarse fácilmente. Los pernos que se instalen verticalmente en las torres ya armadas deben quedar con la cabeza hacia arriba, al menos que en esa posición sea difícil ajustar las tuercas.

Las tuercas deben ser ajustadas a los torques siguientes, a menos que se especifique otros valores en los planos de montaje del fabricante:

Diámetro del perno	Torque
16 mm (5/8")	1.380 kg-cm (100 lb-ft)
19 mm (3/4")	2.350 kg-cm (170 lb-ft)
25 mm (1")	5.530 kg-cm (400 lb-ft)

La tolerancia en el torque debe ser más-menos ciento cuarenta kg-cm (± 140 kg-cm) o más-menos diez libras-pie (± 10 lb-ft). El Contratista debe utilizar torcómetros del tipo receptáculo que no deformen las

tuercas ni dañen el galvanizado, los mismos que deben certificarse su calibración por un laboratorio aprobados por la fiscalización. Los torcómetros deben someterse a pruebas cuando así lo solicite la Fiscalización.

Los pernos que muestren signos de pérdida del roscado u otras deformaciones deben reemplazarse. Todos los pernos instalados incorrectamente deben ser reemplazados por el Contratista a su costo.

Una vez ensambladas las superficies de unión, incluyendo aquellas adyacentes a las cabezas de pernos y tuercas, deben estar libres de rebabas y suciedad y de cualquier material extraño que pueda impedir un contacto sólido de las partes.

Después del ensamblaje y una vez que los pernos hayan sido ajustados deben sobresalir por sobre la tuerca de ajuste, como mínimo un paso de rosca completo.

Los pernos localizados bajo los dispositivos para la previsión de escalamiento deben ser punzonados.

5.4 Reparación de daños.

Los daños que resulten del manejo, transporte, ensamblaje, erección y demás actividades de la construcción, deben ser reparados o reemplazados, a costo del Contratista.

Reparaciones en el galvanizado de elementos metálicos, se permitirán únicamente para fallas pequeñas y puntuales, de conformidad a lo que estipule la última revisión vigente de la norma ASTM-A 780.

Está terminantemente prohibido al Contratista efectuar reparaciones, cortes, perforaciones u otra modificación en los materiales suministrados por CNEL EP UN Sucumbíos, sin previo conocimiento y autorización de la Fiscalización.

5.5 Señales en las torres

El Contratista debe instalar dos placas de peligro y una de numeración por cada torre, según se indique en los planos de montaje entregados por el fabricante de las estructuras.

6. MONTAJE ELECTROMECHANICO

6.1 DESBROCE

El desbroce consistirá principalmente de:

- Determinación de la vegetación a ser cortada
- Personal y equipos para el corte de la vegetación dentro de la franja de servidumbre y de ser necesario aquellos árboles que por su tamaño pongan en peligro la seguridad de la línea eléctrica
- Desalojo o apilamiento de la vegetación cortada
- Rosada final de la vegetación
- Cumplimiento del plan de manejo ambiental

Previo la apertura de la brecha, se deberán seleccionar los métodos y proceso de construcción que aseguren el menor daño a los ecosistemas, respetando en todos los casos los señalamientos hechos por el cumplimiento del plan de manejo ambiental.

El Contratista previo el desbroce, procederá a alinearse dentro de la franja de servidumbre y determinará la vegetación estrictamente necesaria a ser cortada, cumpliendo con el plano de la franja de servidumbre correspondiente y la seguridad de la línea eléctrica.

El contratista usando medios manuales y/o mecánicos, deberá abrir un ancho de brecha estrictamente necesario y que cumpla con las especificaciones y planos técnicos de la brecha forestal correspondiente y sin que se ponga en peligro la seguridad de la línea eléctrica.

La faja de servidumbre esta definido en un ancho de 16 metros, 8.0 metros a cada lado del eje de la línea. El desbroce consiste en coordinación con la fiscalización, en eliminar toda la vegetación estrictamente necesaria cuya presencia y crecimiento ponga en peligro la distancia de seguridad de los conductores inferiores al suelo, inclusive aquellos árboles que estando fuera de la franja de servidumbre por su altura y proyección sobre la línea pongan en peligro su estabilidad.

En las zonas de bosques, huertos frutales o cultivos valiosos, el constructor determinará los tramos de línea que deben desbrozarse y dentro de estos la vegetación que se debe eliminar, cortar ó que pueden quedar dentro de la zona de desbroce, tomando como referencia el plano de la brecha forestal del diseño de la línea.

Todo el desbroce debe ejecutarse utilizando métodos que minimicen los daños en las zonas aledañas y a la vegetación. Los árboles que se tumben deben cortarse a menos de 30 cm. del piso. Los tocones no necesitarán removerse a menos que interfieran con las labores de construcción o fundaciones.

CNEL EP UN Sucumbíos indemnizará únicamente los daños del desbroce dentro de franja de servidumbre, el área adyacente a la torre y vegetación que por su proyección con la línea eléctrica ponga en peligro su estabilidad. Cualquier otro tipo de daño que se produzca como resultado de la construcción y/o actividad que realice el Contratista, deberá ser indemnizado por el Contratista a su costo.

6.1.1 Desalojo

La madera y productos vegetales que salen del desbroce son de propiedad del dueño del predio y serán cortados y apilados en sitios que no estorben los trabajos de construcción o en los sitios indicados por la Fiscalización sin ocasionar daños a las cercas o cultivos adjuntos a las áreas de desbroce.

6.2 INSTALACION DE PUESTAS A TIERRA

El Contratista deberá:

- Proveer toda la mano de obra, materiales y equipo requerido para la instalación de los sistemas de puesta a tierra en cada una de las estructuras, de acuerdo al diseño de puesta a tierra correspondiente.
- Mediciones de la resistencia de pie de torre en cada una de las estructuras
- Excavación y relleno de zanjas
- Instalación de las varillas de puesta a tierra y contrapesos de acuerdo a los diseños correspondientes
- Soldaduras Cadwell
- Cumplimiento del plan de manejo ambiental

El tapado de las zanjas luego de la instalación del sistema de tierra, será de tal manera que la superficie del terreno quede en la zona de trabajo en condiciones similares a su estado original, relleno y compactado con pizón para evitar socavaciones o asentamientos.

6.2.1 Medida de resistencia de puesta a tierra

Una vez terminada la instalación de la varilla de puesta a tierra y/o contrapeso, el Contratista medirá la resistencia a tierra de cada una de las puestas a tierra, lectura que deberá ejecutarse previo a la instalación del cable de guardia. El Contratista debe presentar a la Fiscalización un registro de todas las mediciones de resistencia a tierra que haya efectuado. Si en las mediciones efectuadas se obtienen valores de resistencia mayores a 15 ohmios, se instalarán conexiones a tierra adicionales para bajar la resistencia a tierra, de tal forma que se obtenga ese valor como resistencia máxima.

Después de terminada cada instalación adicional de puesta a tierra, el Contratista en presencia de la Fiscalización, debe efectuar mediciones de comprobación de la resistencia a tierra. En casos excepcionales cuando no pueda alcanzarse los límites de resistencia a tierra deseados, el Contratista previa autorización de la Fiscalización, recurrirá al empleo de rellenos de sustitución especiales en el suelo para lograr el objetivo.

Cada estructura debe tener al menos 1 conexión a 1 varilla de puesta a tierra.

6.2.2 Contrapesos

En suelos de alta resistividad donde, para tratar de obtener el valor de resistencia especificado, se recurra al empleo de contrapesos, éstos deberán instalarse en lo posible dentro de la zona de derecho de vía. La dirección de los contrapesos podrá modificarse hasta en 15° o volverse atrás para esquivar obstrucciones, con tal de que el radio de volteo no sea inferior a 25 cm y no queden a menos de 6m de sí mismo y de cualquier parte de la torre. Todos los contrapesos deben quedar enterrados mínimo a una profundidad de 50 cm por debajo de la superficie natural del terreno en tierras arables o 40 cm en tierras no arables.

6.2.3 Varillas para puesta a tierra

Las varillas para puesta a tierra serán de Copperweld, de 16 mm (5/8") por 3.00 m
Las varillas de puesta a tierra deben localizarse al menos a 1,0 m de la pata y en suelo del sitio.

El cable de conexión debe enterrarse al menos 50 cm por debajo del suelo. El extremo superior de la varilla quedará a la misma profundidad que el contrapeso.

6.2.4 Cables de puesta a tierra

Los cables de conexión para varillas de puesta a tierra y contrapesos serán de cable ALUMOWELD 7 No. 9 AWG.

Para la ejecución de las conexiones generalmente se aplicará el proceso de soldadura CADWELD.

No se permitirá el empalme de los cables salvo cuando autorice la Fiscalización, en este caso el empalme será del tipo auto fundente, no se reconocerá ningún pago por separado por el suministro y ejecución de las conexiones exotérmicas.

6.3 ENSAMBLAJE DE ESTRUCTURAS

El contratista suministrará el personal y equipos necesarios para:

- La instalación de pernos y arandelas
- Instalación de conjuntos de suspensión y retención de los conductores y cables de guardia
- Instalación de aislador line post y pletinas de unión
- Reparación de daños
- Cumplimiento del plan de manejo ambiental

6.3.1 Pernos, Tuercas y Arandelas

Cada ensamblaje de perno consistirá de un perno, una tuerca hexagonal, dos arandelas planas y una contratuerca. El tamaño y localización de los pernos son los indicados en los planos de la estructura y en las listas de materiales y será función de las dimensiones de los postes de hormigón.

Los pernos que muestren signos de pérdida de roscado u otras deformaciones deben reemplazarse. Todos los pernos instalados incorrectamente deben ser reemplazados por el Contratista a su costo.

Después del ensamblaje y una vez que los pernos hayan sido ajustados deben sobresalir por sobre la tuerca de ajuste, como mínimo un paso de rosca completo.

6.3.2 Reparación de Daños

Los daños que resulten del manejo, transporte, ensamblaje, erección y demás actividades de la construcción, deben ser reparados o reemplazados a costo del Contratista.

Reparaciones en el galvanizado del ensamblaje de miembros o pernos se permitirán únicamente para fallas pequeñas y puntuales, de conformidad a lo que estipule la última revisión vigente de la norma ASTM-A 780.

6.3.3 Aisladores, conjuntos de suspensión y retención

El Contratista debe ensamblar e instalar los conjuntos de herrajes de los aisladores e hilos de guardia de la línea en conformidad con los planos y con las indicaciones dadas por la Fiscalización. Los aisladores no deben sacarse de sus cajas antes de que vayan a instalarse en las estructuras.

El Contratista debe armar todas las partes componentes de los ensamblajes, instalar todos los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores para el caso de cadenas de retención y verificar que cada ensamblaje esté instalado conforme lo indicado en los planos de montaje del fabricante.

Los pasadores se instalarán en forma que permitan reemplazar los aisladores usando herramientas corrientes para líneas energizadas. La instalación de pasadores usando martillos metálicos no es permitida.

El Contratista debe instalar los ensamblajes tomando las medidas necesarias de seguridad para garantizar que el ensamblaje instalado no incluya aisladores astillados o rajados ni partes de metal dañadas incluyendo el galvanizado.

La superficie de los aisladores, deben limpiarse para que se encuentren libres de toda contaminación. Para esta limpieza se utilizará trapos limpios.

Los herrajes deben estar limpios al instalarse. Los pernos deben apretarse bien y cualquier perno que muestre signos de daño en las rosca deberá reemplazarse. Los pernos deben apretarse con una llave con torque limitado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Los accesorios estarán compuestos de manguitos de compresión de plena tensión, manguitos de compresión para reparaciones, puentes de conexión, varillas de armar, protecciones de cables, y todos los herrajes y accesorios necesarios para instalar los conductores.

6.3.4 Varillas de armar y protectores

Las varillas de armar y los protectores deben ser instalados como se indica la CNEL EP UN Scumbíos. El Contratista debe instalar cuidadosamente cada varilla de armar o protector en forma que los extremos del conjunto completo queden alineados en el mismo plano sin que ninguna varilla quede sobresaliendo más de 1.3 cm. (1/2") sobre las otras, y sin que los extremos de las varillas queden desiguales entre uno y otro cualquiera en más de 2 cm. en longitud. Si se hace necesario cambiar el punto de conexión de una grapa de suspensión cualquiera, en más de 6.0 cm. (2 1/2") en cualquier dirección, a partir del punto medio de la grapa de suspensión después de que dicha grapa se haya conectado, el Contratista debe suministrar e instalar un nuevo conjunto de varillas de armar o protector sin costo adicional para CNEL EP UN Sucumbíos

6.3.5 Grapas de suspensión

Las grapas de suspensión deben ser instaladas, centrándose con respecto a las varillas de armar, tal como se indique en los planos.

6.3.6 Crucetas, pie amigo y pletinas de unión

Las crucetas, pie amigo y pletinas de unión deberán ensamblarse de acuerdo a los planos de diseño correspondientes.

6.4 TENDIDO DE CONDUCTORES DE FASE

El contratista facilitará el personal y equipos necesarios para entre otros especificados realizar lo siguiente:

- Instalación de estructuras de defensa y protección.
- Puesta a Tierra para protección del personal instalaciones y equipos
- Transporte de equipos, conductores y accesorios para el tendido de conductores
- Tendido de conductores de fase e hilo de guardia
- Regulado de conductores e hilo de guardia
- Engrapado de conductores e hilo de guardia
- Elaboración de cuellos e instalación de jumpers
- Empalmes y reparaciones

6.4.1 Generalidades

Con la debida anticipación al inicio del tendido, el Contratista debe entregar a la Fiscalización toda la información técnica de los equipos y accesorios que utilizará en este trabajo. La Fiscalización podrá ordenar las pruebas que estime necesarias para la aprobación de éstos y el Contratista está obligado a efectuarlas a su costo.

Para efectuar las pruebas, el Contratista deberá disponer de un dinamómetro con su respectivo certificado de calibración.

El equipo, accesorios y métodos empleados para el tendido serán tales que los conductores no sean dañados.

El cable de guardia y el conductor de fase deben ser instalados de acuerdo con los planos y la Tabla de tendido de los conductores detallada en los estudios electromecánicos del proyecto.

Todos los elementos que se usen para el tendido tendrán acabados que impidan cualquier daño a los cables. El tendido de los conductores se hará ejerciendo un control cuidadoso y utilizando equipos mecánicos provistos de cabrestantes dentados. Para asegurar que la tensión del conductor no fluctúe indebidamente ni exceda los valores especificados se proveerá un sistema de registro de tensión en el extremo de tensar.

Los equipos de construcción que tengan grapas o dispositivos para templar deben ser de un tipo tal que evite el movimiento de los hilos o capas del conductor.

Las poleas deben tener un diámetro de "fondo de acanaladura" de 15 a 18 veces el diámetro del cable. La profundidad de la canaladura será al menos 25% más grande que el diámetro del cable. El radio en la base de la canaladura será al menos 10% pero no más del 25% más grande que el radio del cable y los lados de la acanaladura deben ser inclinados al menos en 15 grados de la vertical.

Las poleas deben ser hechas de aleación de aluminio, diseñadas para permitir la pasada de empalmes temporales hechos con sujeción "Kellen"; sus acanaladuras revestidas con neopreno poliuretano adecuado, equipadas con rodamiento de bola y rodillo de alta calidad, auto lubricados o con elementos para lubricación a presión. El Contratista debe inspeccionar diariamente las poleas para verificar su libre y fácil movimiento en los aparejos y cualquier daño en la cara de contacto que pueda haberse producido durante las operaciones de tendido. Cualquier polea que no quede libremente o que resultare dañada de cualquier manera debe ser reemplazada inmediatamente por otra en buen estado. Cuando el block de tendido está suspendido sobre la estructura debe ajustarse para que el conductor quede sobre la polea a la misma altura que la grapa de suspensión a la cual el conductor vaya a asegurarse.

Los cables de templado serán del tipo no rotativo, para evitar esfuerzo de enrollado o de torque sobre el conductor. La línea de templado estará unida a los conductores por medio de eslabones giratorios. Los eslabones deben ser suficientemente pequeños, para pasar por las poleas de tendido sin dañar la polea y deben tener rodamiento de bolas y podrán girar libremente bajo carga para eliminar el torque que podría causar torceduras y nudos en el conductor.

Todos los daños en cercas e instalaciones que se produzcan debido a las operaciones de la riega del cable piloto o del pescante deben ser reparados por el Contratista, a su costo, dentro de las 24 horas de producido el daño.

6.4.2 Precauciones de seguridad

a) Estructuras de defensa y protección.

El Contratista debe suministrar y montar las estructuras de defensa tan fuertes como se requieran para realizar en forma segura los cruces con líneas eléctricas, líneas de comunicaciones, caminos, ferrocarriles y otras obras. Las estructuras serán capaces de soportar las fuerzas del conductor y el viento. El Contratista podrá emplear otros medios igualmente efectivos para prevenir contactos entre el conductor y el cable de guardia que se tiende y las líneas que se cruzan y restringir el tráfico de caminos o ferrocarriles según el caso. Las estructuras de defensa con poleas de tendido tendrán dispositivos para soportar el conductor o el cable de guardia en el caso de falla de la polea y el conjunto de conexión.

Después de terminar el engrapado de una sección de la línea el Contratista retirará todas las estructuras de defensa y debe corregir cualquier condición resultante de su trabajo.

El Contratista podrá, a su costo, convenir que tales trabajos realice el dueño de las instalaciones que se cruzan a medida que se haga necesario, pero el Contratista será responsable de la adecuada preparación y ejecución de los cruces con el mínimo de retraso e inconveniente para el público.

b) Puesta a Tierra

Deben usarse métodos adecuados de puesta a tierra que protejan a personas y equipos, de voltajes inducidos en los cables de tensado o en el conductor.

Los siguientes requisitos generales deben aplicarse en todas las secciones de la línea:

La puesta a tierra debe ser instalada en ambos extremos de la línea de sub-transmisión, o de la sección de la línea en que se está trabajando a intervalos que la Fiscalización indique. Los conjuntos de puesta a tierra instalados en ambos extremos de la línea o tramo de línea deben permanecer en su lugar hasta el término del trabajo.

Las puestas a tierra deben ser instaladas firmemente para evitar una conexión suelta o intermitente. Todas las puestas a tierra suministradas e instaladas para protección contra descargas estáticas deben ser claramente visibles para inspección. Todas las puestas a tierra provisionales serán retiradas tan pronto como ellas no sean necesarias para la protección.

Todos los equipos de tendido y tensado debe ser puestos a tierra en forma segura y efectiva con un tipo aprobado de hincamiento a tierra, firmemente unido al equipo. Se usará al menos dos varillas hincadas en tierra tanto al lado del freno como en el conjunto del winche. Adicionalmente, todas las partes conductoras de la instalación y equipos de tensado deben ser operadas desde una plataforma aislada.

Se instalará un tipo de puesta a tierra móvil a menos de 6 m. del carrete y el conjunto de tensado, para que los conductores y los hilos de guardia queden puestos a tierra positiva y constantemente,

Durante la operación del tendido, los cables de guardia y conductores deben ponerse a tierra en la primera torre adyacente a la instalación de tendido o tensado. Esta puesta a tierra será obtenida mediante el uso de un conductor eléctrico desde el aparejo de tendido, puesto también a tierra con cables de cobre No. 1 AWG o más gruesos. Los cables de puesta a tierra deben ser asegurados a las torres con un tipo aprobado de terminal a tierra y retirados usando pértigas.

Se colocarán puestas a tierra adicionales donde se juzgue necesario. Las puestas a tierra ubicadas en estructuras cercanas o adyacentes serán consideradas como tierras secundarias. Las puestas a tierra colocadas en las estructuras o en el lugar donde se efectúe el trabajo se considerarán como puestas a tierra principales.

Si un conductor va a ser abierto, o a empalmarse o comprimirse a conjuntos de remate trabajando desde el nivel del piso, se instalarán conjuntos de puesta a tierra, en las primeras estructuras a cada lado del lugar de trabajo, y se asegurará la continuidad del conductor usando puentes temporales.

La instalación de los puentes temporales en cualquier ocasión en que el conductor no sea continuo debe efectuarse por medio de pértigas.

Si el conductor en trabajo desde el nivel de piso, está ubicado en un tramo que va paralelo a una línea energizada, a menos de 30 metros se usará el siguiente procedimiento: Se colocará un tipo aprobado de puesta a tierra hincada a cada lado y a una distancia menor de 3 m. de las áreas de trabajo, donde los conductores o cables de guardia vayan comprimidos a un conjunto de remate o empalmados a nivel del piso. Los dos extremos que vayan comprimidos a un conjunto de remate o empalmados a nivel del piso. Los dos extremos que vayan a unirse deberán estar asegurados efectivamente entre sí, antes y durante el empalme. Las operaciones de compresión y empalme en los conjuntos de remate se llevarán a cabo sobre una plataforma asilada o sobre una malla metálica de puesta a tierra asegurada a ambas puestas a tierra.

Cuando haya necesidad de efectuar trabajos en la línea de sub-transmisión en una estructura aislada cualquiera, todos los conductores y cables de puesta a tierra deben estar asegurados a las estructuras con un tipo aprobado de puesta a tierra.

El trabajo en las estructuras de remate requerirá puesta a tierra a ambos lados de la estructura. Las puestas a tierra podrán retirarse tan pronto como se termine el trabajo, con tal que no se deje circuitos abiertos en la estructura aislada en la cual se terminó el trabajo.

Las cuadrillas de engrapado y quienes trabajen en líneas conductoras, conductores aislados o cables de guardia, deben protegerse con puestas a tierra individuales del tipo grapa colocada con pértigas en cada sitio de trabajo.

Las puestas a tierra de protección personal no podrán considerarse suficientes para proveer protección total a una cuadrilla contra una descarga eléctrica directa o contra una descarga que ocurra dentro de su área. No debe trabajarse cuando exista indicación de tormentas eléctricas en el área.

c) Tipo de material de puesta a tierra aprobado

Puesta a tierra tipo móvil

Las puestas a tierra tipo móvil proveerán una presión constante sobre el conductor o hilo de guardia, y las poleas de contacto de las puestas a tierra tipo móvil serán con cojinetes de tipo de lubricado permanente. Tierras móviles serán instaladas de modo de no exceder un ohm de resistencia medida entre el conductor o hilo de guardia y el punto de unión del elemento de tierra a la torre o varilla de puesta a tierra enterrada.

Puesta a tierra tipo enterrada

Las puestas a tierra enterradas se las realizará con elementos flexibles conectados a una varilla de 16 mm (5/8") de diámetro o superior, de copperweld o acero galvanizado o equivalente. Las varillas de tierra se enterrarán una longitud mínima de 2.5m.

6.4.3 Tipo de puesta a tierra de estructuras

La puesta a tierra de estas estructuras será con pértigas aisladas, tipo grampa de tierra flexible.

a) Tipos aprobados de conductores de tierra

Los conductores para conexiones de tierra serán equivalentes al No. 1 AWG de cobre, o mayores.

b) Plataformas aisladas y barreras

Las plataformas aisladas serán construidas de madera de 50 mm (2") de espesor soportadas en vigas de 100 mm, (4") de altura, o de materiales que ofrezcan aislamiento equivalente. Durante la acción de tensado, la plataforma aislada y las barreras de sogas deben extenderse completamente alrededor del equipo de tal manera que provenga que cualquier persona que esté sobre el suelo toque cualquier parte del equipo.

c) Medidas de precaución alternativas

Deben considerarse medidas alternativas que ofrezcan igual o mayor protección. Estas previsiones no eliminarán la instalación de tantas puestas a tierra adicionales como sean necesarias para la protección de las personas contra contactos estáticos y accidentales en circuitos externos.

d) Cruces

Cuando haya que cruzar líneas de fuerza eléctrica, líneas de comunicaciones, carreteras o ferrocarriles, el Contratista debe notificar a los propietarios con anticipación y hacer todos los cambios temporales requeridos. Cuando se crucen líneas energizadas por encima de estas, no se permitirá el trabajo en conductores e hijo de guardia hasta que se haya desenergizado y se bloqueen los reconectores de esas líneas.

Para cuando el cruce se realice por debajo de la línea existente, El contratista deberá proveer una protección segura de tal manera que el conductor al momento de su instalación no sobre pase la distancia mínima de seguridad vertical entre conductores, sin que exista la necesidad de desconexión de la línea a ser cruzada.

Todas las líneas que han sido des-energizadas estarán cortocircuitadas y puestas a tierra en el sitio de cruce, todo el tiempo que dure el trabajo. Para re-energizar éstas líneas se hará a través de los canales que corresponda y una vez que se verifique que todo el personal se ha retirado del área de trabajo. El Contratista proveerá estructuras de protección en todos los cruces, como se requiera, para la protección del conductor, línea, carretera, estructura o elemento a ser cruzado.

e) Condiciones de viento

Todas las operaciones de tendido y templado se interrumpirán cuando las velocidades del viento sean tales que puedan causar en los conductores una deflexión mayor de 1.5 metros en la mitad del vano desde la posición normal sin viento en vanos de hasta 500 m. y de 3m. en superiores a 500m.

6.4.4 Precauciones Generales

Antes de iniciar el tendido en cualquier sección de la línea, el Contratista se asegurará que:

- El armado de todas las estructuras, dentro de la respectiva sección de la línea, esté completo y perfectamente ajustado, las cargas de tendido no sobrepasarán las cargas de diseño de ninguna estructura. El Contratista proveerá e instalará refuerzos temporales en las estructuras previo al tendido de conductores, a su costo.
- La operación de tendido y templado será programada de tal modo que no se apliquen cargas bruscas sobre las torres.

- Las cuadrillas estarán equipadas con torcómetros y no se usarán otras herramientas para ajuste de pernos.
- La tensión de tendido no pretensará los conductores.
- La tensión de tendido no deberá exceder los valores especificados. La capacidad de las máquinas de tensado (pullers), líneas de tendido y tensionadores deberán tener un margen adecuado de seguridad sobre estos valores especificados.
- Donde se requieran terminales temporales, los conductores deben anclarse a tensores temporales adecuados.
- Los tensores temporales y el equipo de tendido se ubicarán en sitios tales que se evite sobrecargar las estructuras por la imposición de cargas excesivas sobre las estructuras.
- Cualquier superficie del suelo u obstáculo con el que los conductores puedan tener contacto, durante las operaciones de tendido y ajuste, será aislada con protectores no metálicos a fin de no dañar los conductores. Cuando se usen mordazas tirantes para desenrollar los carretes, tender y templar los conductores, el Contratista protegerá los conductores con mangas de caucho de longitud suficiente. Si los conductores sufren daño debido al equipo del Contratista, métodos o carencia de adecuadas protecciones y si en la opinión de la Fiscalización no es posible reparar con manguitos de reparación, la sección dañada será eliminada y reemplazada a costo del Contratista.
- Las uniones de plena tensión tipo compresión y los manguitos de reparación no deben pasar sobre las poleas a no ser que estos utilicen protectores de acero de suficiente resistencia y adecuados para el paso por las poleas. Durante el tendido, los conductores y cables de guardia se unirán mediante sujeciones tipo Kellem.
- Si es necesario dejar los conductores en el equipo durante la operación de tendido debido a inclemencia del tiempo, daño en el equipo y otras razones, los conductores podrán dejarse a la máxima flecha posible siempre que se los mantenga por lo menos a tres metros de distancia sobre la superficie del suelo y obstáculo.
- Debe tenerse particular cuidado todo el tiempo a fin de evitar pérdidas de hilos y asegurar que el conductor no se enrede, tuerza o desgaste de modo alguno.
- Los tramos de cables sucios con contaminantes, polvo o cualquier material extraño serán limpiados usando paños limpios y/o cepillos de hilos duros
- Se tendrá cuidado que los conductores no lleven suciedades desde los carretes o poleas. Los carretes y poleas serán adecuadamente limpiados antes de iniciar la operación de tendido de cualquier tramo de línea.
- Se tendrá especial cuidado para evitar que se doble el conductor con un radio de curvatura inferior al diámetro interior del carrete respectivo.
- Se evitará el giro sin avance de conductores e hilos de guardia durante el tendido.
- Se observará de cerca y continuamente el desenrollamiento de conductores durante el tendido a fin de detectar cualquier daño o desprendimiento e el conductor.
- La operación de tendido será coordinada mediante comunicaciones por radio.

- Todas las secciones dañadas de conductores por efecto de sujeción de grapas serán eliminadas antes de que los conductores sean finalmente templados.

6.4.5 Limitaciones de las estructuras

Para el tendido se tomarán en cuenta todas las limitaciones de diseño impuestas a las estructuras y que aparecen en el detalle de esfuerzos encontrados para cada estructura, así mismo se tomarán en cuenta las limitaciones establecidas por los fabricantes.

6.5 Métodos de tendido

El conductor será instalado por el método de tensión controlada por medio de equipo que recomiende la fiscalización y el contratista, tal que los soportes de los carretes sean estacionarios y los conductores sean tirados directamente a las ranuras de las poleas con el hilo piloto (cordina), sin topar el suelo, estructuras de guardia u otros objetos.

El Contratista debe contar con hilo piloto en cantidad suficiente para el tiro programado.

Antes de iniciar las operaciones de tendido, el Contratista remitirá para la aprobación de la Fiscalización, un programa detallado de tendido que contenga la siguiente información:

- Métodos de tendido.
- Plan de transportación.
- Programa de Seguridad Industrial que contemple las acciones que se realizarán en caso de emergencia o accidente.
- Acciones que se efectuarán para la protección del medio ambiente.
- La sección o sub-sección a ser tendida, por números de estructuras.
- Número de carretes y longitud del cable contenido en estos.
- Longitud a utilizarse de cada carrete.
- Localización propuesta del equipo de tendido.
- Ubicación de empalmes.
- Ubicación de estructuras de defensa y estructuras de protección.
- Ubicación de telefonistas.

Luego de terminado el tendido en una sección o sub-sección el Contratista remitirá a la Fiscalización un informe, conteniendo la siguiente información:

- Fecha de inicio y término de la operación de tendido.
- Número de carretes de conductores y cables de guardia empleados en la sección o sub-sección de la línea y sus posiciones relativas en los vanos.
- Longitud de conductores; utilizados, instalados, dañados, sobrantes.
- Ubicación definitiva de empalmes permanentes y mangos de reparación.
- A menos que la Fiscalización apruebe un procedimiento diferente, el Contratista observará la siguiente secuencia de tendido:
 - Primero, hilo de guardia
 - Segundo, conductores de fase superior.
 - Tercero, conductores de fase intermedia.
 - Ultimo, conductores de fase inferior.

Cuando las estructuras terminales de una sección de tendido no sean estructuras de retención terminal, los conductores y cables de guardia se anclarán a tierra entre dos estructuras por medio de tensores temporales. Los requerimientos generales para instalación de los tensores temporales son como siguen, a más de los que eventualmente indique el fabricante de las estructuras.

- En ángulo formado por conductores e hilos de guardia con la horizontal no excederá 20 grados.
- Los tensores serán alineados en la dirección del eje de la línea.
- Los tensores y sus accesorios soportarán la tensión máxima del conductor con un factor de seguridad.

Después de terminar el tendido de una sección limitada en el extremo por una estructura de anclaje, los conductores y cables de guardia serán anclados en la estructura en forma definitiva y en cualquier combinación de uno o todos los conductores y cables de guardia, siempre que no se excedan las limitaciones establecidas para las estructuras.

Si no se usa una estructura de anclaje como terminal temporal, el tendido se efectuará de modo de no exponer a la estructura a esfuerzos de torsión resultantes de desbalance longitudinal entre los cables que excedan las limitaciones establecidas antes.

Los conductores y cable de guardia no anclados a la torre se anclarán temporalmente a tierra en forma descrita previamente.

En la estructura del otro extremo de la sección tendida o templada, que puede ser una estructura de suspensión o retención, los conductores y cable de guardia serán anclados temporalmente en la manera especificada anteriormente.

6.6 REPARACIONES Y EMPALMES DE CONDUCTORES DE FASE E HILO DE GUARDA

Las reparaciones se realizarán solamente en los conductores de fase.

1. Reparación de Conductores de fase e hilo de guardia

Tan pronto como se detecte algún defecto o daño en los conductores, estos serán reparados de acuerdo con las siguientes instrucciones, a criterio de la Fiscalización.

- Reemplazo con conductor nuevo.
- Instalación de empalmes de compresión.
- Instalación de mangos de reparación en la parte dañada.
- Reparación por pulido manual.

Los daños de conductores se clasifican en la siguiente forma:

a) Daños pequeños

Aquellos rayados o raspados de los hilos que no afectan la resistencia de los hilos dañados y que pueden repararse con alisado mediante una lija fina.

b) Cortes severos

En los hilos del conductor que no puedan ser reparados manualmente con lija debido a la profundidad o extensión del daño y que reduce la resistencia de los hilos exteriores, afectando a no más del equivalente a

tres hilos, debe repararse con manguitos de reparación. Se considera inútil cualquier hilo que haya perdido más del 50% de su sección. La reparación de este daño en cables de guardia se hará únicamente mediante empalmes de tensión plena.

c) Daños severos

De una longitud considerable que reduce la resistencia de los hilos externos en una sección equivalente superior a tres hilos cortados, se reparará reemplazando la longitud dañada del cable usando empalmes de plena tensión tipo compresión en los dos extremos del cable reemplazado. En el caso de un daño localizado, será suficiente la instalación de un empalme de compresión.

Si el daño ocurre a una distancia inferior a los 10 m. del punto de soporte el conductor o cable de guardia será desplazado para dejar una distancia de 10 m. o más entre el empalme y el punto de soporte.

Si durante las operaciones de tendido se detectan señales de corrosión y otros daños en los conductores y cables de guardia el Contratista notificará inmediatamente a la Fiscalización, quien decidirá el tipo de correcciones que deban efectuarse en cada caso.

2. Empalmes permanentes para conductores e hilo de guarda

Todos los empalmes permanentes, empalmes de plena tensión y manguitos de reparación para conductores, se instalarán después del tendido pero antes de la operación de templado (tensado). Todos los empalmes de plena tensión y manguitos de reparación serán del tipo de compresión, y deben efectuarse debajo del conductor en el suelo.

Para la ejecución de empalmes de compresión, los dados y prensas serán del tipo aprobado por la Fiscalización, los dados serán inspeccionados permanentemente y cualquiera que estuviere gastado o dañado será reemplazado por el Contratista.

La instalación de los empalmes de plena tensión y manguitos de reparación será efectuada por personal experimentado en estricta concordancia con las instrucciones del fabricante o con las instrucciones indicadas en estas Especificaciones, de acuerdo a lo que decida la Fiscalización.

No se permitirá en ningún caso que los empalmes de compresión atraviesen las poleas de tendido salvo que estos empalmes lleven cubre empalmes y elementos de protección y las poleas sean de suficiente ancho que permitan su paso.

El número de uniones definitivas se limitará a una por conductor por vano.

La localización de empalmes permanentes en un vano será tal que después del engrapado estén a no menos de 10 metros del punto de soporte.

No se permitirá instalación de uniones en los siguientes vanos:

- Cruces de carreteras
- Cruces de ferrocarriles
- Cruces sobre líneas de sub-transmisión de 69 KV o más
- Todos los vanos establecidos e indicados en los planos y en los programas de tendido aprobados.

Cuando los conductores se bajen para instalar empalmes o manguitos de reparación, se observarán las siguientes recomendaciones:

- Los conductores se mantendrán en las poleas de tendido. En casos de reparación, cuando toda la sección ha sido engrapada será suficiente soportar en poleas el respectivo conductor en dos estructuras adyacentes.
- Cuando se instalen manguitos de compresión se tendrá cuidado de proteger el conductor contra raspaduras o cualquier otro daño.
- Se observará estrictamente todas las limitaciones especificadas cuando sea necesario bajar los conductores.

Para la unión de los conductores se observará lo siguiente:

- Los alambres de aluminio y aleación de aluminio se insertarán en el manguito de unión y las puntas se llevarán exactamente hacia el centro, topando una con otra. Se chequeará que el manguito esté centrado correctamente y se comprimirá empezando por el centro hacia los extremos. Cada compresión sucesiva se sobrepondrá a la anterior en dos centímetros y la compresión llegará a los extremos del manguito de unión.
- Se tendrá cuidado de asegurar que los dados cierren completamente en cada compresión.
- Se inyectará compuesto anticorrosivo en todos los huecos del manguito de aluminio usando una pistola de retaque que tenga una boquilla ahuecada redonda de 0.3 cm. Se insertarán tapones de aluminio en todos los huecos golpeándolos firmemente en el sitio y martillando las cabezas con un martillo de bola.
- La unión terminada será recta, sin grietas ni dientes afilados y no se desviará de la línea recta que une los dos extremos del empalme comprimido en más del 1% de la longitud del empalme. No se permitirá enderezar un empalme doblado ni encasquillamiento de los hilos del conductor adyacentes a las mangas. La Fiscalización rechazará cualquier empalme que no cumpla los requerimientos anotados.

El contratista llevará un registro exacto de la localización de todos los empalmes y mangas de reparación usados indicando la fase, vano y posición en el vano.

El Contratista debe llevar el formulario que para el efecto entregará la Fiscalización en donde pondrá el tamaño mínimo y máximo de los empalmes compresionados y las longitudes.

6.7 Puentes (cuellos muertos)

Todos los puentes de los ensamblajes de retención se instalarán como se muestra en los planos y ningún punto de estos tendrá una distancia a la estructura menor que la distancia de aislamiento de la cadena de aisladores de suspensión.

6.8 TEMPLADO

1. Generalidades

Los métodos de templado a utilizarse deben previamente ser aprobados por la Fiscalización.

7

El templado de conductores e hilo de guardia se debe efectuar a más tardar 72 horas después que los conductores hayan sido colocados en las poleas. El templado se efectuará únicamente después que se ha terminado el tendido de todos los conductores e hilos de guardia en la respectiva sección o sub-sección. No se permitirá pretensado de los conductores. Los datos de flechas y tensiones serán suministrados por CNEL EP UN Sucumbíos a través del diseño electromecánico correspondiente. La longitud de la sección a ser templada se limitará de tal modo que se obtenga un templado satisfactorio.

Durante la operación de templado todos los conductores y cable de guardia permanecerán en poleas. Cuando la sección templada de la línea, limite en un extremo con una estructura de retención, los conductores y cable de guardia serán anclados en dicha estructura teniendo en cuenta que se cumplan rigurosamente todas las limitaciones especificadas.

La operación de templado se efectuará únicamente bajo condiciones atmosféricas favorables, relativamente sin viento y con temperaturas sobre 5° C.

2. Control de templado

En caso de utilizar un dinamómetro para el control de la tensión de tendido, necesariamente deberá en un vano o vanos de control comprobar la flecha por el método de flecha directa que consiste en marcar las estructuras adyacentes al vano de control seleccionado, con el valor de la flecha calculada para dicho vano y visualmente verificar la flecha a la que le corresponde la tensión determinada en la tabla de tensiones y flechas. Se deberá presentar a la fiscalización una certificación actualizada de la calibración del dinamómetro a ser utilizado. El vano de control se determinará:

- a) En los vanos de control de 2 para tramos de 2 a 10 vanos y de 3 para más de 10 vanos.
- b) Todos los vanos mayores a 600 m. y
- c) Vanos con ángulo vertical pronunciado; los vanos de control serán seleccionados por el Contratista, prefiriendo los de mayor longitud y de buena ubicación.

Cuando la distancia entre estructuras de retención es muy grande como para que los conductores sean templados en una operación, se establecerán terminales temporales en la forma especificada. En tal caso se adoptará el siguiente procedimiento.

- El templado de una sub-sección sucesiva de la línea se iniciará únicamente después del templado de todos los conductores y cables de guardia de la sub-sección precedente y una vez que los conductores y cables de guardia hayan sido engrapados hasta por lo menos dos estructuras anteriores a la última estructura de la sub-sección templada adyacente a la sub-sección a ser templada.
- La tensión de los conductores anteriormente templados será ligeramente inferior que la tensión de la sub-sección que se está templando debido al "creep" del conductor. Esto se requerirá para igualar las tensiones en los cables entre las operaciones de templado sucesivas a fin de que los sub-ensamblajes de suspensión, queden en posición vertical cuando el conductor sea engrapado.

El templado del conductor se hará en la siguiente forma:

- Primero, el cable de guardia.
- Segundo, los conductores de las fases superiores.
- Tercero, los conductores de las fases intermedias.
- Ultimo, los conductores de las fases inferiores.

Se permitirá una tolerancia de máximo 20 cm. y menos del 3% del los valores de flechas tabulados en cualquier vano, el Contratista debe comprobar que se obtenga los espaciamientos necesarios tanto a tierra como a otros obstáculos tales como líneas de energía y además verificará que las cadenas de suspensión mantenga su posición vertical después del engrapado.

Para definir la temperatura de templado, se usará un termómetro aprobado; el cual debe estar insertado en el núcleo de un tramo de conductor de longitud adecuada. Este tramo de conductor se pondrá a pleno sol a una altura de por lo menos cuatro metros sobre el suelo y durante un período no menor a 30 minutos antes de la operación de templado. La temperatura que se lea se empleará como temperatura de templado.

Antes de empezar la operación de templado, el Contratista preparará y remitirá para aprobación de la Fiscalización, un programa de templado incluyendo la siguiente información:

- Identificación de la sección de la línea a ser templada indicando los números de las estructuras que la limitan.
- Método a emplearse en el templado de cada sección.
- Identificación de los vanos de control en cada sección de templado
- Localización y tipo de tensores temporales que se propone usar en cada sección de templado.

A fin de cada operación de templado, el Contratista remitirá a la Fiscalización un informe que contenga las fechas de las operaciones de tendido y templado, número de las estructuras de los extremos de los vanos templados, flechas medidas, método de medición de flechas y temperatura al momento de la medición y las novedades encontradas sobre acercamiento de conductores al suelo, los obstáculos como viviendas, líneas de energía, telefónicas, etc.

La Fiscalización verificará las flechas, y en caso de que los valores medidos se encuentren fuera de las tolerancias especificadas, el Contratista a su costo debe efectuar las correcciones correspondientes.

6.9 ENGRAPADO

Los conductores y cables de guardia serán engrapados luego del templado.

El Contratista debe disponer de personal experimentado, equipo adecuado, para transferir los conductores y cable de guardia, desde las poleas de tendido hacia las grapas de sujeción definitivas. El Contratista podrá usar eslingas de cables o ganchos si decide usar ganchos, estos deben tener al menos de 15cm. y un recubrimiento liso de neopreno y bordes redondeados para evitar daños al conductor. Después del engrapado al Contratista efectuará una revisión del trabajo para garantizar que todos los pernos, tuercas, pasadores y demás accesorios del sub-ensamblaje queden instalados correctamente y evitar fuentes de producción de ruido de radio o generación de corona.

7. INSPECCIONES Y PRUEBAS

Todos los trabajos realizados serán sometidos a pruebas de acuerdo a las especificaciones técnicas o normas aplicables para tal efecto, pruebas que permitirán verificar las propiedades, características y su conformidad con las especificaciones y con las tolerancias correspondientes.

Las inspecciones tendrán lugar durante la construcción de la línea, a la verificación física de las obras y a la recepción definitiva. Las pruebas serán realizadas por el Contratista bajo la supervisión de la Fiscalización. Los costos de estos trabajos serán de cuenta del Contratista y deben ser incluidos en los precios unitarios de los rubros

4

respectivos. Durante la inspección se detallarán los materiales instalados y todos los defectos de construcción encontrados.

El Contratista estará obligado a corregir todos los defectos de conformidad con los términos y estipulaciones del contrato.

7.1 INSPECCIONES Y PRUEBAS EN LA LINEA DE 69 KV

Los siguientes ítems recibirán especial atención durante las inspecciones finales:

- Revisión del relleno compactado alrededor de los postes y torres.
- Caminos de acceso y brecha forestal.
- Estabilidad de taludes cercanos a las estructuras.
- Acabados del concreto
- Revisión del ensamblaje de las estructuras
- Revisión de los conjuntos de suspensión y retención
- Revisión de empalmes y su localización
- Revisión de puntos de acercamientos del conductor al suelo y a masa
- Revisión de la condición general de las estructuras
- Revisión del retiro de materiales sobrantes y escombros
- Mediciones de la resistencia de las conexiones a tierra
- Mediciones del aislamiento de la línea entre fases y fase tierra
- Revisión de cruces con líneas eléctricas existentes

Todos los equipos y mano de obra necesarios para la ejecución de las pruebas y ensayos en cada uno de los procesos de construcción, serán proporcionados por el Contratista.

El contratista informará por escrito sobre cada uno de los ensayos y pruebas realizadas y llevará un registro completo de dichas pruebas y ensayos.

En caso de que en cualquier etapa de la ejecución de los trabajos, surgieran dudas sobre la calidad de las obras ejecutadas por el Contratista, CNEL EP UN Sucumbíos podrá solicitar y el Contratista estará obligado a realizar, pruebas o ensayos adicionales a los indicados en las especificaciones u otros documentos del contrato, para comprobar la calidad de dichas obras.

Los costos de estos ensayos correrán a cargo del Contratista si se demuestra que las obras son defectuosas o no cumplen con las normas y especificaciones del contrato, caso contrario estos costos serán a cargo de CNEL EP UN Sucumbíos.

8. CONTROL DE OBRA, MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD E HIGIENE

Será de responsabilidad del Contratista, asignar los recursos necesarios para realizar un control de obra, gestión medio ambiental, de seguridad e higiene aplicables a todas las fases del proyecto de fabricación, suministro, construcción, montaje y pruebas. De tal forma que, a través de la medición, el análisis y el establecimiento de procedimientos constructivos, se garanticen que los trabajos se realicen con calidad, protegiendo el medio ambiente y previniendo riesgos.

El Contratista deberá presentar a la fiscalización para su aprobación, previo al inicio de los trabajos de construcción, los procedimientos constructivos, procedimientos medioambientales de seguridad e higiene, instrucciones de la forma de realizar cada una de las actividades, el personal y medios a utilizar en el proyecto.

8.1 Control de obra

El control de los trabajos de construcción se realizará mediante una planificación y programación de las actividades, las mismas que deberán analizarse y actualizarse con periodicidad mensual de ser el caso.

El Contratista elaborará los formularios del control de obra, que permitirán realizar un seguimiento y medición de cada una de las actividades constructivas y de esta manera permitir evidenciar a CNEL EP UN Sucumbíos que los trabajos se están realizando con calidad, en conformidad con las especificaciones técnicas y demás disposiciones del contrato, formularios que deberán ser debidamente llenados con datos reales obtenidos de cada una de las actividades en particular y legalizados por los responsables del Contratista, información que estará sujeta al control y verificación de parte de CNEL EP UN Sucumbíos. El Contratista podrá con la autorización de la fiscalización optimizar, modificar o implementar diferentes formularios de así requerirlo, de tal manera que su control de obra sea efectivo.

8.2 MANEJO AMBIENTAL

Es responsabilidad del Contratista dar cumplimiento al plan de manejo ambiental Indicador por CNEL EP UN SUCUMBÍOS o del estudio de impacto ambiental aprobado por el CONELEC si fuese el caso, en lo correspondiente a la construcción de obras civiles y montaje de estructuras para las líneas en referencia, para lo cual el Contratista deberá desarrollar, documentar, implantar, difundir y mantener en uso un sistema de manejo ambiental, que cubra todas las fases de los trabajos de construcción.

El Contratista debe contar con por el tiempo que se estime necesario con un grupo operativo de protección ambiental cuya función será la de realizar y vigilar el cumplimiento estricto de todos y cada uno de los términos y condiciones ambientales, grupo que deberá tener la formación técnica o especialidad adecuada para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que tenga la facultad de tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades nocivas que se presenten durante el desarrollo del proyecto.

8.2.1 PROGRAMA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN, COMPENSACIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Contendrá las acciones u obras tendientes a evitar, compensar y reducir los impactos o efectos negativos que la actividad de la Construcción de las obras civiles y Montaje de Estructuras de las líneas eléctricas causarán al entorno natural y humano en el área de influencia directa.

- Uso y paso del área de la franja de servidumbre del camino de acceso
- Tiene por finalidad crear acuerdos entre la población, instituciones y municipios para que puedan realizarse caminos de acceso a las estructuras y la construcción no sufra retrasos o impedimentos.
- Antes de dar inicio a la construcción de la línea, El contratista deberá notificar a los propietarios por donde recorrerán los accesos a las estructuras, el derecho de paso y uso de las servidumbres y las posibles restricciones que estas conllevan.
- Los cultivos a dañarse, serán valorados para su indemnización, en función del área a ser afectada y del rendimiento a ser obtenido.
- En el caso de árboles, estos serán valorados de acuerdo al diámetro a la altura de pecho y el rendimiento económico, que se puede obtener en madera, luego de extraídos los árboles, la madera será del propietario del predio. El pago de la indemnización será establecido por peritos.

- La metodología para la tala de árboles, deberá seguir los lineamientos estipulados en el plan de manejo ambiental correspondiente para este proyecto.
- Aplicación de políticas para contratación de personal local no calificado para la construcción.
- Inventario de las condiciones de los accesos existentes a ser utilizados por la afectación que puedan sufrir.
- Definición y trazado de accesos por uso, adecuación y/o construcción de accesos, considerando la alteración al suelo, la fauna y la vegetación.
- Manejo de taludes, tratando de controlar los posibles derrumbes.
- Ubicación definitiva de los sitios de las estructuras, en el que se deberán considerar la estabilidad de las estructuras.
- Control del nivel de peligrosidad y vulnerabilidad, al realizar movimientos de tierra, protección de excavaciones, control de drenajes, entibamiento de excavaciones, y procedimientos de tratamiento del suelo vegetal en excavaciones en terrenos cultivables.
- Control de contaminación de cuerpos de agua.
- Manejo del material vegetal, que evite el corte de vegetación mas allá de lo requerido, esparcir el material vegetal cortado, evitar la contaminación, y procedimientos para el corte de vegetación.
- Manejo de materiales constructivos y materiales de corte y excavación, de manera de evitar se contaminen los recursos y la afectación a la cobertura vegetal.
- Protección a la fauna, mediante el rescate de cualquier especie y su reincorporación al hábitat que lo permita.
- Señalización de protección a la flora y fauna, el contratista implementará rótulos en sitios estratégicos para la protección de flora y fauna.
- Información a la población y trabajadores enfatizando sobre la necesidad de evitar cualquier atentado contra costumbres creencias, y otros en la zona del proyecto.
- Señalización preventiva, para evitar accidentes en los diferentes frentes de obra, mediante la utilización de vallas informativas, conos de seguridad, acordonamiento con cintas plásticas de indicación de peligro.
- Disposición técnica y adecuada de residuos sólidos de manera de evitar contaminación de los recursos naturales.
- Protección del área de construcción, de manera de evitar la contaminación del suelo que lleve a su esterilidad.
- Acciones para manejo de materiales de desecho de cimentaciones y otros, de tal manera que el material de desecho sea recolectado y enviado al botadero más cercano, evitando de esta manera que estos sean arrojados sobre el campo.

8.2.2 PROGRAMA DE CAPACITACION AMBIENTAL

El objetivo es informar, capacitar y concienciar a todos los trabajadores y la población asentada en el área de influencia del proyecto a cerca de la conservación de los recursos naturales y del ambiente, sobre el propósito del proyecto y actividades que puedan afectar su entorno natural y social.

8.2.3 PROGRAMA DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO

El contratista deberá implementar los mecanismos para que se lleve a cabo el Plan de Manejo Ambiental y su programa de Medidas de prevención, compensación y mitigación, y por otra parte, apoyar a la supervisión ambiental de CNEL EP UN Sucumbíos y el cumplimiento de la reglamentación ambiental vigente.

La fiscalización conjuntamente con el Contratista establecerá un sistema de reportes y registros, que garantice el seguimiento continuo de las acciones ambientales del plan de manejo ambiental.

8.2.4 SEGURIDAD E HIGIENE

Corresponde al Contratista a su costo, establecer las normas de seguridad e higiene para cada una de las actividades por desarrollar, e imponer su cumplimiento para eliminar riesgos innecesarios y para proporcionar la máxima seguridad a todo el personal a su cargo y a las instalaciones de CNEL EP UN Sucumbíos, las medidas de seguridad que tome el Contratista, serán de completa responsabilidad del mismo y no le relevarán de la responsabilidad por accidentes en la obra o daño a terceros como resultado de sus operaciones.

Dentro de la política de seguridad e higiene se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Establecer como política la prevención de los accidentes, asignando los recursos necesarios para su cumplimiento.
- Elaborar el programa de seguridad e higiene con manuales específicos para ciertas actividades de riesgo, como son entre otras, excavaciones, corte de árboles, construcción de caminos de acceso, montaje de estructuras.
- Utilizar el personal autorizado y capacitado para las diferentes tareas de construcción.
- Capacitación al personal responsable de la seguridad e higiene, como son entre otros jefes de frentes o de cuadrillas.
- Controlar la correcta utilización del equipo de seguridad tanto individual como colectivo; así como el mantenimiento del orden y limpieza en la zona de trabajo.
- Ejecutar inmediatamente medidas preventivas y correctivas necesarias al detectar condiciones inseguras.
- Informar a la fiscalización sobre accidentes o incidentes que ocurran.
- Asegurarse que los trabajadores en obra mantengan el equipo de seguridad entre otros cascos, botas, protectores auditivos, mascarillas, guantes, etc. En buenas condiciones, así como herramienta y demás equipo necesario.
- En trabajos a realizarse sobre los tres metros de altura usar cinturones de seguridad.
- El contratista deberá cuando sea necesario contratar personal con los medios necesarios para su seguridad, que cuide los materiales y equipos que deban dejarse en algún tramo de la línea.
- Mantener todas las áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Cada cuadrilla debe mantener un botiquín de primeros auxilios.
- Contar con extintores en los lugares en los que se tenga riesgos de incendio.



8.2.5 PROGRAMA DE CONTINGENCIAS

El objetivo será el identificar y poner en práctica la acciones de prevención y control para atender eventos imprevistos durante la construcción, concienciar y capacitar a los trabajadores y habitantes del área de influencia del proyecto sobre posibles riesgos y como evitarlos, establecer funciones y responsabilidades para el personal a cargo de los trabajos de riesgo sobre la posible ocurrencia de un siniestro, y analizar las posibles amenazas naturales, técnicas u ocupacionales y sociales que puedan afectar la integridad de la vida humana y el medio ambiente.

ANEXO 2. ESPECIFICACIONES SUMINISTRO DE ESTRUCTURAS METALICAS, MATERIALES Y HERRAJES

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ALCANCE Y DESCRIPCION DE LAS ESPECIFICACIONES

Estas especificaciones cubren los requerimientos técnicos para el suministro de estructuras metálicas, conductores, aisladores, herrajes y materiales, para la construcción electromecánica de la INTERCONEXIÓN S/E TRANSELECTRIC JIVINO; APERTURA DE LA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN JIVINO-LAGO AGRIO.

El proveedor suministrará en el sitio del proyecto ubicado en la ciudad de Lago Agrio, lo siguiente:

- Suministro de estructuras metálicas
- Suministro de conductores ACSR 500 MCM,
- Suministro de cable de Acero de 3/8"
- Cable de puesta a tierra cooper steel bimetal N°. 2 AWG
- Suministro de herrajes, aisladores, puestas a tierra, materiales y elementos de sujeción de los conductores.
- Suministro de postes de hormigón armado

CAPITULO 1. SUMINISTRO DE TORRES METALICAS

1.1 Objeto del trabajo

La presente especificación establece los requisitos técnicos para el diseño, fabricación, pruebas en fabrica, embalaje y transporte de torres reticuladas, auto soportantes, de acero galvanizado, para el proyecto de Subtransmisión.

Será responsabilidad del Contratista la ejecución de las siguientes tareas:

- Diseño detallado de las torres
- Preparación de los planos detallados de taller y de montaje y de las listas de despiece.
- Fabricación del acero estructural y herrajes.
- Galvanizado en caliente de elementos, pernos, tuercas y arandelas.
- Embalaje, embarque y transporte hasta el sitio de las obras.

1.2 Información general

Los materiales a ser suministrados, serán fabricados de acuerdo a los requerimientos técnicos de estas especificaciones y se observaran las técnicas modernas más avanzadas en este ramo, que hagan posible una óptima fabricación de las estructuras, aun cuando estas técnicas no estén relacionadas en estas especificaciones.

Las estructuras descritas en esta sección se erigirán usando fundaciones de concreto.

La cantidad referencial de estructuras será aquella descrita en la tabla de cantidades y precios.

En el caso de requerirse estructuras adicionales, se utilizarán los precios unitarios de la tabla de cantidades y precios de la oferta.

1.3 Diseños y datos a ser suministrados por el Contratista

1.3.1 General

Todos los diseños y datos serán remitidos a CNEL EP UN Sucumbíos para su aprobación de la manera prescrita a continuación. La lista de los diseños y datos que debe remitir el Contratista se indica más adelante.

1.3.2 Diseños y Datos Previos

Previo a la fabricación de las estructuras metálicas, el Contratista suministrara a CNEL EP UN Sucumbíos los diseños básicos de todas las estructuras, mostrando con suficiente claridad todas las dimensiones y datos

necesarios para que CNEL EP UN Sucumbíos los revise.

El contratista entregará a CNEL EP UN Sucumbíos los diseños, cálculos y datos técnicos finales, demostrando que las estructuras están de acuerdo con los requerimientos de estas especificaciones.

Los datos incluirán, pero no necesariamente estarán limitados a lo siguiente:

- a) Diagrama de esfuerzos mecánicos con sus respectivos cálculos (árboles de carga)
- b) Diseños de fabricación detallados de todos los componentes de las torres, incluidas en el Contrato.
- c) Diagramas de montaje para las torres, mostrando claramente la identificación y posición de cada miembro y para cada unión, el número y longitud de pernos y arandelas.
- d) Una lista de componentes de cada torre, incluyendo pesos del material.
- e) Una copia de los reportes del análisis químico y pruebas físicas del acero estructural, del material de los pernos y del análisis químico y pruebas de galvanizado.
- f) Instrucciones para el montaje de las torres, puntos de aplicación de cargas y torques de ajuste. Se incluirá las tolerancias para el montaje y los valores de deformaciones admisibles antes y después del montaje.
- g) Detalle de los datos técnicos para nivelación de los stubs incluyendo diagramas y dimensiones para su nivelación.
- h) Levantamiento de verticalidades, una vez implementadas las estructuras con sus respectivos árboles de carga.
- i) Levantamiento de resistencia en pie de torre antes y después de su construcción.
- j) PLANOS ASBUILT

Todo el listado anterior deberá ser entregado por el contratista y será considerado como un producto esperado.

1.4 Requerimientos Básicos

Todas las torres, serán de acero perfectamente galvanizado en caliente, tipo celosía, auto-soportantes, apropiadas para instalación en fundaciones de concreto.

Los miembros de las estructuras serán suministrados en grupos tales que faciliten su separación en el sitio de trabajo y su montaje.

Todas las estructuras serán diseñadas para soportar cargas continuas de acuerdo a lo indicado en los planos del concurso.

1.5 Normas

Para objeto de diseño, calidad de materiales, pruebas y fabricación, las estructuras cumplirán los requisitos de estas especificaciones y de las últimas revisiones vigentes de las siguientes normas:

American Institute of Steel Construction, AISC
National Electrical Safety Code NESC
American National Standard Institute ANSI
American Society for Test Materials, ASTM:

A36 - Para acero estructural Standard
A440 - Para acero de alta resistencia
A394 - Para pernos y tuercas galvanizadas
A123 y B6-77 - Para galvanizado

Se permitirá el uso de otras normas siempre que mejoren la calidad de materiales y su fabricación.

1.6 Mano de obra

La mano de obra será especializada en los más modernos métodos de fabricación. Todos los trabajos serán ejecutados por personal experimentado en la respectiva rama.

Todos los trabajos serán hechos con precisión y ajustados a las normas; las tolerancias y acabados estarán de acuerdo

a las normas indicadas.

El Contratista será responsable de todo el trabajo ejecutado y cualquier componente con defectos de fabricación será repuesto sin costo para CNEL EP UN Sucumbíos por parte del Contratista.

1.7 Materiales

Todos los materiales deberán ser nuevos, de reciente fabricación, libres de defectos e imperfecciones y su calidad de acuerdo con las normas especificadas correspondientes.

1.8 Detalles estructurales

El Contratista será completamente responsable del diseño de detalle de todos los componentes de las torres, sobre la base de los planos de este concurso y considerando las cargas aplicadas y las dimensiones básicas que se detallan en los mismos.

Se usaran pernos para todas las conexiones y uniones y se procurara que en lo posible todos sean del mismo tamaño. No se permitirá el uso de soldaduras.

Las torres serán diseñadas para todas las alturas indicadas en los planos del concurso.

La fijación de las torres de la Línea de Sub-transmisión a las fundaciones se diseñaran usando piezas de fundación embebidas en concreto.

Las torres deberán tener dispositivos anti-trepadores alrededor de las cantoneras y pernos escalantes en una de las cantoneras.

Las torres deberán tener perforaciones para la correcta conexión de la puesta a tierra.

Cada torre deberá ser suministrada con dos placas de peligro y una de numeración incluyendo los accesorios de fijación.

Los detalles de las perforaciones para terminales de puesta a tierra serán mostrados en los planos respectivos y todos los detalles que el Contratista incluya en sus diseños y que sean aprobados por CNEL EP UN Sucumbíos se consideraran incluidos en el alcance de los trabajos.

Las perforaciones en los que se sujetarán las cadenas de aisladores y los accesorios de suspensión y retención del cable de guarda, deberán ser realizadas tomando en consideración las especificaciones técnicas de los adaptadores "U" grilletes que serán utilizados para dicha sujeción.

Adicionalmente a los detalles de diseño hechos de acuerdo con estas especificaciones, el Contratista podrá proponer soluciones alternativas, para que sean consideradas por CNEL EP UN Sucumbíos siempre que no se reduzca las distancias entre las partes energizadas ó a tierra y siempre que el ángulo de apantallamiento no sea incrementado.

A más de las condiciones de carga especificadas, las torres deberán soportar sin deformación permanente las cargas previstas durante el montaje.

1.9 Requerimientos Estructurales

1.9.1 Maquinado del Acero

El acero estructural será maquinado de acuerdo a los siguientes requisitos

a. Requisitos del Material

Antes de ser trabajado, el material estructural de las torres será nuevo y rectilíneo, limpio de moho y libre de cualquier impureza.

b. Agujeros

Todos los agujeros deberán ser limpiamente punzonados para el diámetro completo y no se permitirán rebabas o imperfecciones; todos los agujeros serán cilíndricos y perpendiculares a la superficie del miembro.

El diámetro del punzón será 1.5 mm (1/16") mayor que el diámetro nominal del perno respectivo, y el diámetro del dado no deberá ser mayor que 1.5 mm (1/16") del diámetro del punzón para un sub-punzonado el diámetro del punzón será 5 mm (3/16") menor que el diámetro nominal del perno y el diámetro del dado no será mayor que 2.5 mm (3/32") que el diámetro del punzón.

c. Marcas

Todas las piezas individuales serán marcadas con la designación detallada en los listados de despiece y mostrada en los diseños del fabricante. Las marcas serán hechas mediante estampado en bajo relieve en el metal antes del galvanizado con números o letras claramente legibles después del galvanizado. Los bordes de cada una de las piezas serán pintadas de acuerdo a la clave de colores utilizadas por el fabricante.

d. Precisión de los Agujeros

El espaciamiento entre los agujeros será el indicado en los respectivos planos con una tolerancia máxima de 0.8 mm (1/32") debiendo los agujeros estar localizados en los ejes indicados en los planos.

1.9.2 Limpieza y Galvanizado

a. Limpieza

Una vez terminado el trabajo de fábrica, todos los materiales serán limpiados del moho, escamas, sucios, aceite, grasa y cualquier otra sustancia extraña, antes de ser galvanizados.

b. Galvanizado

Todas las piezas serán galvanizadas en caliente de acuerdo con a la norma. ASTM A 123, una vez que se haya terminado su fabricación. No se aceptaran daños ni deformaciones en el material durante el proceso del galvanizado. Reparaciones en el galvanizado se permitirán únicamente para fallas pequeñas y puntuales, por medio de la aplicación de una capa de pintura galvanizante en frío.

Cualquier pieza en la que el galvanizado se desprenda o se dañe después de dos inmersiones será rechazada. Todos los agujeros deberán estar libres de cualquier escoria, luego del galvanizado.

1.10 Características de las partes componentes

Esfuerzos Unitarios

Todas las partes de las estructuras se dimensionarán para que soporten los esfuerzos en sus miembros, producidos por las cargas finales detallados en los árboles de carga para cada tipo de estructura, esfuerzos finales en los que ya se consideran factores de seguridad o sobrecarga (OLF). Los esfuerzos unitarios de compresión, tensión, flexión, corte y aplastamiento de sus miembros; los límites de longitud de sus miembros y pernos, deberán cumplir los valores y porcentajes estipulados en las normas aplicables para tal efecto.

Requerimientos Límites para los Miembros y Pernos

a. Espesor mínimo de los materiales

- Miembros principales de crucetas y cantoneras.	5mm (3/16")
- Miembros angulares de superestructuras	4mm (4/32")
- Miembros angulares secundarios	3mm (1/8")
- Platinas de unión.	5mm (3/16")

b. Ancho máximo de los ángulos de acero de alta resistencia 16 veces el espesor

c. Ancho máximo de los ángulos de acero estándar 20 veces el espesor

- d. Diámetro mínimo de los pernos.
e. No se aceptarán barras planas ni tubulares

13 mm (1/2")

Conexiones

a. General

Todas las conexiones serán emperradas y los miembros sometidos a esfuerzos deberán ser conectados con por lo menos dos pernos.

La excentricidad de las conexiones será reducida al valor más bajo posible, todos los miembros principales del cuerpo principal, extensiones de cuerpo, patas, deberán ser en lo posible hecho de una sola pieza, todas las diagonales dobles del sistema de miembros principales deberán ser conectadas en sus puntos de intersección por lo menos con un perno.

b. Espaciamiento mínimo entre pernos

Diámetro	Espaciamiento mínimo
13 mm (1/2")	30 mm (1 3/16")
16 mm (5/8")	30 mm (1 1/2")
19 mm (3/4")	48 mm (1 7/8")
22 mm (7/8")	63 mm (2 1/2")

c. Distancia mínima al filo del Miembro

Diámetro	Distancia mínima
13 mm (1/2")	20 mm (3/4")
16 mm (5/8")	22 mm (7/8")
19 mm (3/4")	25 mm (1")
22 mm (7/8")	28 mm (1 1/8")

Pernos, Tuercas y Arandelas.

a. Pernos de Conexión

Sus cabezas serán hexagonales y centradas, con su superficie perpendicular al eje del perno. El filo será redondo y libre de puntas.

b. Tuercas

Serán hexagonales y de dimensión adecuada para desarrollar un ajuste pleno de los pernos. La superficie de contacto será perpendicular al eje de la tuerca y no tendrá esquinas chaflanadas.

c. Tuercas de Seguridad

Para todos los pernos se suministrará adicionalmente una tuerca de seguridad o arandela de presión.

d. Hilos

Los hilos serán de acuerdo al American National Standar Coarse Series. Los pernos serán maquinados antes del galvanizado; las tuercas pueden ser maquinadas después del galvanizado para asegurar su limpieza interior y tendrán una clase de libertad "grado 2" con respecto al perno galvanizado.

e. Arandelas planas

Todos los pernos se suministraran con una arandela plana.

f. Pernos – peldaños

La separación entre pernos escalantes será de 40 cm. (16 in) comenzando a partir de 2.5 metros del nivel del suelo y permitirán la llegada hasta el cable de guardia de la estructura.

g. Antiescalantes

Los antiescalantes se ubicarán tan cerca como sea posible al primer miembro horizontal de las torres, manteniendo una distancia de seguridad del suelo superior a dos metros de altura, de tal manera de evitar averías a personas que circulen por el lugar.

Placas de numeración y de peligro

Para cada torre se suministrará con dos placas de peligro y una placa de numeración, el diseño de las mismas serán de responsabilidad del suministrador con la aprobación de CNEL EP UN Sucumbios.

Código de identificación de las estructuras

De acuerdo a lo indicado anteriormente, los bordes de cada pieza componente, se pintará después del galvanizado, con colores que permitan identificar el tipo de torre.

Armado en Fábrica

Una torre de cada tipo y altura máxima será ensamblada en la fábrica para asegurar su correcto diseño y fabricación.

No se permitirá el relleno de agujeros mal perforados y las partes ensambladas serán desarmadas para su envío al sitio de las obras.

CAPITULO 2. SUMINISTRO DE CONDUCTORES

2.1 Conductores ACSR 500 MCM

Normas:

ASTM B 524	Conductores Trenzados de aluminio reforzados con aleación de aluminio ACAR 1350/6201
ASTM B 230	Alambres de Aluminio, aleación 1350-H19 para propósitos eléctricos.
ASTM B 398	Alambres de Aluminio, aleación 6201-T81 para propósitos eléctricos.

Características Técnicas Similares a:

DESCRIPCION	UNIDAD	INFORMACION
Características Técnicas similares a:		
Longitud del conductor por carrete	m	2.500
Variación del largo de conductor en los carretes	%	5
Cableado		
- Número de alambres de aluminio		30
- Número de alambres de aleación de acero		7
Sección transversal (mm2)	mm2	253,35
Peso Total	Kg/km	1164,80
Carga a la rotura	kg	11086
Capacidad de corriente alterna 60 hz, para temperatura del conductor de 75°C, ambiente de 25°C, viento 0.61 m/s, sin efecto del sol	A	694

2.2 CABLE DE ACERO DE 3/8

CABLE DE ACERO GALVANIZADO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero galvanizado de grado común
1.1	Calibre	3/8"
1.2	Formación No. hilos	7
1.3	Utilización del cable	Tensor
1.4	Normas de fabricación	ASTM A 475- ASTM A 363-INEN 2201
1.5	Requisitos generales:	
1.5.1	Forma del Conductor	Trenzado concéntrico izquierdo
1.6	Requisitos mecánicos:	
1.6.1	Resistencia de rotura	2700 kgf
2	DIMENSIONES	
2.1	Área de sección transversal nominal	50 mm ²
2.2	Diámetro exterior nominal del	9,52 mm
2.3	Diámetro de cada alambre	3,05 mm
2.4	Tolerancia del alambre	+ - 0.1 mm
3	ACABADO	
3.1	Clase de Galvanizado	Clase A
4	EMBALAJE	NOTA 1
5	CERTIFICADO	
5.1	Fabricación y ensayos	NOTA 2
NOTAS:		
1	Los cables se suministrarán en carretes o bobinas, embalados convenientemente de manera que queden protegidos contra eventuales daños durante la manipulación y transporte normales. Cada unidad de embalaje deberá identificarse con los siguientes datos: a) país de origen, b) nombre y marca del fabricante, c) indicación del material(diámetro, clase, etc), d)número de la orden de compra, e) masa neta y bruta	
2	Los certificados de conformidad de producto o de cumplimiento de normas exigidos en el presente documento, deben ser emitidos por organismos de certificación acreditados, documentación que será avalada por el OAE. Para el caso de los reportes de ensayo, estos deben ser emitidos por los laboratorios acreditados, documentación que será avalada por el OAE. Estos certificados y reportes, serán un requisito que los oferentes presenten para los procesos de adquisición.	

CAPITULO 3. SUMINISTRO DE MATERIALES Y HERRAJES PARA LOS CONDUCTORES DE FASE.

3.1 Grapas para fijar el conductor de puesta a tierra a la estructura.

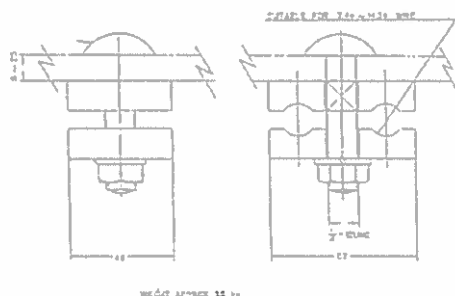
Características Técnicas similares a:

Descripción:

Grapas de puesta a tierra de acero galvanizado por inmersión en caliente serán usadas para fijar el conductor de puesta a tierra a la estructura.

Rango del conductor de puesta a tierra 7.4 mm -14.3 mm

Descripción	Norma
Grapa de sujeción cable de puesta a tierra a estructura metálica.	NGK 2H-7081AU



3.2 Aisladores

3.2.1 Aisladores de suspensión

ANSI C 29.2 Norma para aisladores de porcelana y vidrio templado (tipo suspensión).

IEC 60 Técnicas de ensayos de alta tensión.

IEC 372 Dispositivos de cierre para acoplamiento a rótula de aisladores: dimensiones y ensayos.

Características Técnicas similares a:

Los aisladores serán de porcelana, de color gris, y del tipo bola – rotula (Ball-Socket) para los ensamblajes de las cadenas.

La superficie de porcelana estará libre de rugosidades y será esmaltada para dar un buen lustre y tendrá un acabado de color uniforme.

Características Eléctricas y Mecánicas				
Aislador de Suspensión				
Características			Unidad	Valor
Norma				ANSI 52-3
Diámetro disco de porcelana			in	10
Espaciamiento			in	5 ¾
Distancia de fuga			in	11,5
Esfuerzo mecánico y eléctrico combinado			lb.	15000
Esfuerzo mecánico al impacto			in.-lb	55
Test de tensión de carga			lb.	7500
Test de valor de carga continua			lb.	10000
Voltaje promedio de flameo	baja frecuencia	seco	KV	80
		mojado	KV	50
	Impulso critico	positiva	KV	125
		negativa	KV	130
Voltaje de perforación a baja frecuencia			KV	110
Voltaje de radio interferencia	Voltaje de prueba a tierra		KV	10
	Máxima RIV a 1000KHz		uV	50
Acoplamiento				tipo B
Peso por unidad			lb	9

3.2.2 Aislador tipo poste de montaje horizontal con grapa de suspensión para ACSR 500 MCM.

AISLADOR TIPO POSTE, 69 kV		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Núcleo de resina de fibra de vidrio reforzada (ECR), cubierta de material de goma de silicona resistente a condiciones climatológicas.
1.1	Norma de fabricación	ANSI C29.17-2013
1.2	Clase	250-47
1.3	Tipo de polimérico	NOTA 1
1.4	Núcleo del aislador	NOTA 2
1.5	Herrajes utilizados	NOTA 3
1.6	Cubierta del núcleo	NOTA 4
2	CONDICIONES DE INSTALACIÓN	
2.1	Uso	Instalación en líneas de subtransmisión nuevas, en condiciones de contaminación alta.
3	DISTANCIAS CRÍTICAS	
3.1	Factor para distancia de fuga	31 mm/kV
3.2	Distancia de fuga	2353 mm
3.3	Distancia de arco	900 mm
4	VALORES MECÁNICOS	
4.1	Carga mecánica nominal (SCL)	3300 lb (15 kN)
4.2	Carga mecánica de rutina (RTL)	1650 lb (7,5 kN)
5	VALORES ELÉCTRICOS	
5.1	Voltaje típico de aplicación	69 kV
5.2	Voltaje de flameo de baja frecuencia en seco	340 kV
5.3	Voltaje de flameo de baja frecuencia en	310 kV
5.4	Voltaje de flameo crítico al impulso positivo	550 kV
5.5	Voltaje de flameo crítico al impulso negativo	560 kV
5.6	Nivel básico de aislamiento	325 kV
6	RADIO INFLUENCIA	
6.1	Voltaje de prueba	45 kV
6.2	RIV máximo a 1000 kHz μ V	10
7	DIMENSIONES	
7.1	Largo del aislador	1215mm +/- 75 mm
8	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 5
9	ACABADO	
9.1	Galvanizado	En caliente
9.2	Norma de galvanizado	ASTM A153
9.3	Base del aislador	Plana unitaria
9.4	Conector	Trunnion Horizontal Tipo mariposa
10	EMBALAJE	
10.1	Empaque del lote	Indicar
10.2	Unidades por lote	
10.3	Peso neto aproximado	

AISLADOR TIPO POSTE, 69 KV		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
11	DOCUMENTOS Y CERTIFICADOS DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO	NOTA 7
12	MUESTRAS	Según requerimientos de las EDs
NOTAS:		
1	Las campanas aislantes serán construidas de goma de silicona, moldeadas bajo presión y estarán firmemente unidas a la cubierta del núcleo, por un procedimiento que el fabricante asegure que la resistencia entre las campanas y el recubrimiento polimérico del núcleo, sea mayor que la resistencia al desgarramiento del material aislante. El ensamble completo constituirá una unidad completamente sellada. Los tipos de goma a utilizar serán, HTV: Componente de goma de silicona sólida con vulcanización a elevada temperatura (200 °C aproximadamente) No se aceptarán polímeros de EPDM (Ethylene Pylene Termolyner) o combinaciones de EPDM con silicona u otros materiales poliméricos Cada aislador deberá ser marcado en forma legible, indeleble y durable en el tiempo con la siguiente información como mínimo: Nombre, símbolo o logotipo que identifique al fabricante, año de fabricación y	
2	El núcleo deberá estar constituido por fibras de vidrio ECR libres de boro resistente a la corrosión y los ácidos. La distribución de las fibras de vidrio en la sección transversal del núcleo, deberá ser uniforme, libres de vacío y sustancias extrañas.	
3	Los herrajes deben ser de acero forjado y galvanizados en caliente de acuerdo a las normas ASTM A - 153, para herrajes.	
4	Alrededor del núcleo de fibra de vidrio deberá tener un recubrimiento polimérico aislante de goma de silicona HTV. El recubrimiento deberá ser uniforme alrededor de la circunferencia del núcleo, en toda la longitud del aislador.	
5	Las campanas serán suaves y libres de imperfecciones, resistentes a la contaminación, a la formación de caminos de descarga superficial de banda seca (tracking), a la erosión, a la temperatura, a la inflamabilidad y a la acción de la radiación ultravioleta. Las campanas poliméricas serán de color gris ANSI 70. Cada aislador deberá ser marcado en forma legible, indeleble y durable en el tiempo con la siguiente información como mínimo: Nombre, símbolo o logotipo que identifique al fabricante, año de fabricación y modelo del aislador.	
6	Los certificados de conformidad de producto o de cumplimiento de normas exigidos en el presente documento, deben ser emitidos por organismos de certificación acreditados, documentación que será avalada por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE. Para el caso de los reportes de ensayo, estos deben ser emitidos por los laboratorios acreditados, documentación que será avalada por el SAE. Estos certificados y reportes, serán un requisito que los oferentes presenten para los procesos de adquisición.	

3.4 Adaptador Horquilla – Bola en Y

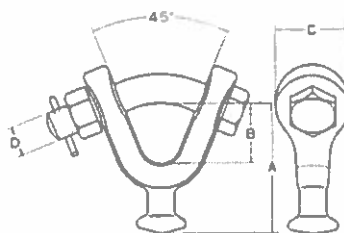
El suministro cumplirá con el criterio normativo IEC 120 o ANSI C.29.2 y en todos los casos se utilizará la última versión de las mismas.

Características Técnicas similares a:

Suspensión y retención ACSR 500 MCM

Materiales:

- Cuerpo: acero forjado galvanizado en caliente.
- Tornillería: acero galvanizado en caliente.
- Pasadores: acero inoxidable o latón



Ref.	Dimensiones (mm)				Carga Rotura (kg)
	A	B	C	D	
NGK 4H-2116BU	86	38	46	19	12.000

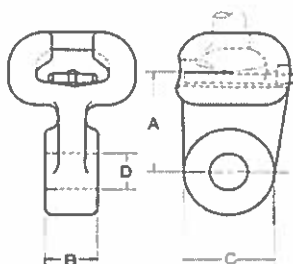
3.5 Adaptador Rotula - Ojo

El suministro cumplirá integralmente al criterio normativo IEC 120 o ANSI C.29.2 y en todos los casos se utilizará la última versión de las mismas.

Materiales:

Cuerpo: acero forjado galvanizado en caliente.

Pasador: acero inoxidable.



Características Técnicas similares a:

SUSPENSION Y RETENCION ACSR 500 MCM

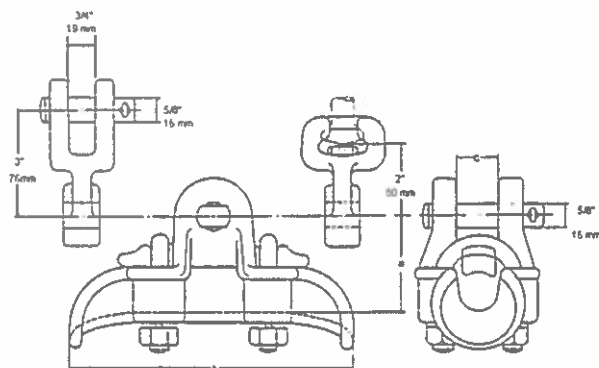
Ref.	Dimensiones (mm)				Carga rotura (kg)
	A	B	C	D	
NGK 4H-20707P	51	22	44	17.5	12.000

3.6 Grapas de Suspensión para conductor ACSR 500 MCM

Características Técnicas similares a:

Materiales:

- Cuerpo: aleación de aluminio.
- Tornillos y bulones: acero galvanizado en caliente.
- Pasadores: acero inoxidable o latón.



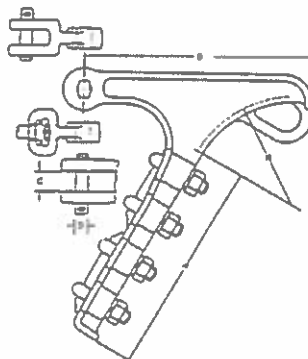
Se considera al conductor revestido con varillas de armar de un diámetro de cada varilla menor a los 7 mm.

Ref.	Conductor Φ		Dimensiones (mm)				Carga de Rotura (kg)
	Min	Max	A	B	C	D	
NGK 1H-952AU	12.7	26.4	203	67	27	16	12.000

3.7 Grapas de retención para conductor de fase ACSR 500 MCM Características Técnicas similares a:

Materiales:

- Cuerpo: aleación de aluminio.
- Tornillos y bulones: acero galvanizado en caliente.
- Pasadores: acero inoxidable o latón.



Ref.	Conductor Φ		Dimensiones (mm)				Carga de Rotura Min (kg)
	Min	Max	A	B	C	D	
NGK 2H-5016AU	9.1	21.8	275	292	26	16	12.000

3.8 Adaptador U Grillete

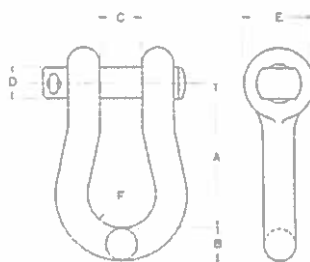
Suspensión y retención conductores ACSR 500 MCM; y, Suspensión y Retención cable de acero de 3/8

Características Técnicas similares a:

Materiales:

- Cuerpo: fundición nodular galvanizada en caliente.
- Tornillería: acero galvanizado en caliente.

- Pasador: acero inoxidable.



Ref.	A	B	C	D	E	F	Carga de rotura (kg)
NGK 4H-519D	76	16	19	16	38	11	7.000

CAPITULO 4. SUMINISTRO DE PERNOS, TENSORES, CRUCETAS Y PLETINAS DE UNION PARA POSTES DE HORMIGON ARMADO

El contratista suministrará e instalará los pernos de sujeción de conjuntos de suspensión y retención de conductores e hilo de guardia; las varillas de anclaje, guardacabos, templadores, eslabones angulares, grapas mordazas de tres pernos para la instalación de tensores, tomando en consideración el correspondiente detalle de los ensamblajes de suspensión y retención tipo del proyecto, los listados de materiales necesarios para el proyecto y las dimensiones de los postes a ser suministrados.

Los materiales que se utilicen para la fabricación de los elementos metálicos estarán de acuerdo a los requerimientos técnicos de estas especificaciones y deberán cumplir como mínimo lo exigido en las últimas revisiones vigentes de las siguientes normas:

American Society for Test Material ASTM
A36 – Para acero estructural standard
A440 – Para acero de alta resistencia
A394 – Para pernos y tuercas galvanizadas
A123 – B6-77 para galvanizado.

Materiales

Todos los materiales deben ser nuevos, de reciente fabricación, libres de defectos o imperfecciones y su calidad de acuerdo con las normas especificadas.

Todos los miembros de acero estarán troquelados con su respectivo número de identificación. El número marcado en cada miembro de acero corresponderá con el número de marca mostrado en los planos de fabricación.

Limpieza y galvanizado

a) Limpieza.- Una vez terminado el trabajo de fábrica, todos los materiales serán limpiados de moho, escamas, suciedad, aceite, grasa y cualquier otra sustancia extraña, antes de ser galvanizados.

b) Galvanizado.- Todas las piezas serán galvanizadas de acuerdo con las normas especificadas. No se aceptarán daños ni deformaciones en el material durante el proceso del galvanizado.

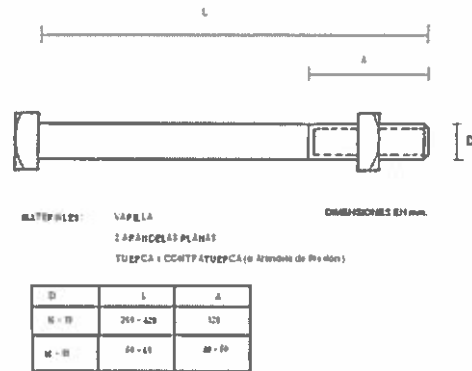
Pernos, tuercas y arandelas

a) Pernos de conexión.- Sus cabezas serán hexagonales y centradas, con su superficie perpendicular al eje del perno. El hilo será redondo y libre de puntas y desarrollado en toda la longitud del perno.

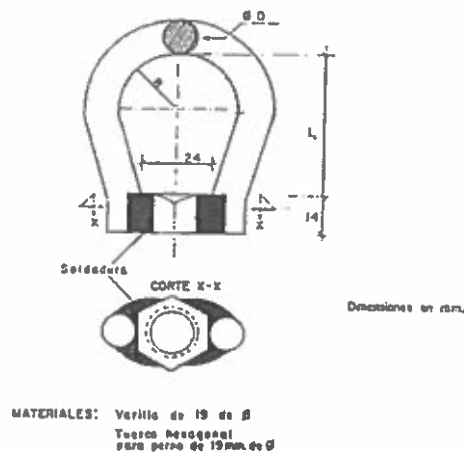
b) Tuercas.- Serán hexagonales y de dimensión adecuada para desarrollar un ajuste pleno de los pernos. La superficie de contacto será perpendicular al eje de la tuerca y no tendrá esquinas chaflanadas.

Todos los pernos deben suministrarse con tuerca, arandela plana, arandela de presión o contratuerca.

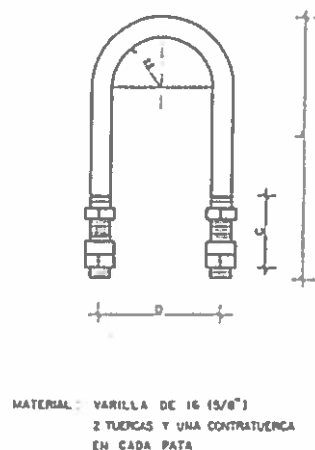
4.1 PERNOS MAQUINA



4.2 TUERCA DE OJO

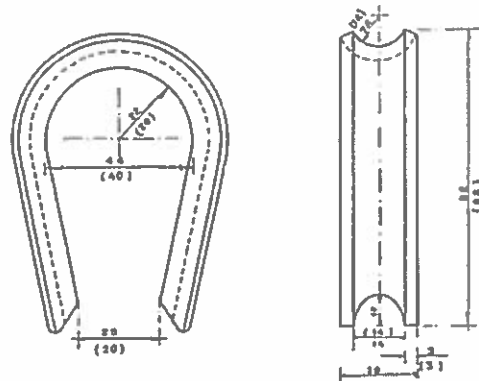


4.3 PERNO "U"

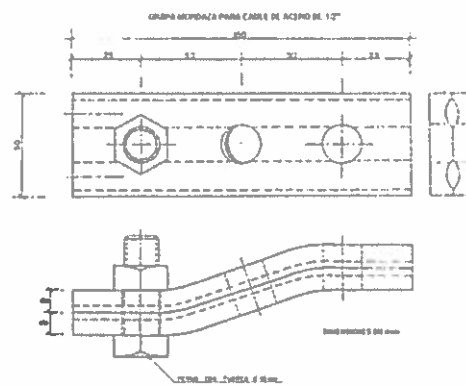


L	D	C
180	60	75

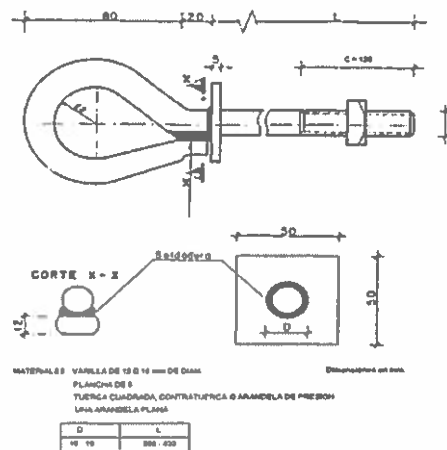
4.4 GUARDACABO PARA CABLE TENSOR DE 1/2"



4.5 GRAPA MORDAZA DE TRES PERNOS PARA CABLE TENSOR DE 1/2"



4.6 VARILLA DE ANCLAJE



CAPITULO 5. SUMINISTRO DE POSTES DE HORMIGON ARMADO

Los postes utilizados para este proyecto serán de hormigón armado vibrado de sección rectangular y deben cumplir las siguientes características:

- Identificación: Placa metálica a 4.50 m de su base, con la siguiente información.
- Nombre del fabricante
- Número de fabricación del poste
- Altura total en metros
- Fecha de fabricación
- Carga de rotura en kilogramos

Características físicas:

- Geometría exterior tronco – piramidal con alvéolos a lo largo de los mismos.
- La conicidad máxima para postes será para la cara ancha y angosta de 19 mm, y de 12 mm por metro respectivamente.
- Llevarán dispuestos en la parte superior todas las perforaciones de acuerdo a los diseños correspondientes, para cada tipo de poste y tipo de estructura. Las perforaciones se ejecutarán de 19 mm (3/4") de diámetro.
- Los pernos de puesta a tierra serán soldados a la armadura principal de tal manera que haya continuidad eléctrica entre los mismos.
- Las dimensiones de la base y punta de los postes serán los especificados por el fabricante, debiendo estas estar dentro de lo normalmente especificadas.
- Las tolerancias admitidas en las dimensiones en las perforaciones de los huecos en los postes serán: $\pm 0.5\%$.
- Los acabados deberán ser libres de porosidades y exentos de deformaciones, rebabas y superficies irregulares.

ANEXO 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE CONTROL, PROTECCIONES

1 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

En este documento se presentan las especificaciones técnicas de diseño, fabricación, montaje, pruebas y puesta en servicio del sistema de automatización de subestación (SAS).

1.1 Alcance

EL CONTRATISTA tendrá la responsabilidad del suministro completo del sistema de automatización de control, protecciones y sincronización de tiempo de la subestación.

Para lo antes indicado, EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo el diseño funcional (ingeniería de detalle) y detallado del suministro, del estudio de protecciones con memoria técnica y ajustes, de la fabricación, la inspección, la configuración y programación; la elaboración de los protocolos de prueba en fábrica, las pruebas en fábrica, embalaje para la exportación, seguro, el transporte hasta el sitio de la obra, la instalación, las pruebas en sitio, la puesta en marcha, la documentación y la capacitación para el sistema que suministre.

EL CONTRATISTA deberá incluir en el suministro cualquier elemento, cables o conductor, equipo, dispositivo, componente o accesorio que no se mencione específicamente en este documento, pero que sea necesario para garantizar la operación segura, confiable y efectiva del sistema de automatización, de toda la subestación. Deberá suministrar además los repuestos, herramientas, equipos de prueba y mantenimiento necesarios, así como realizar el levantamiento inicial de la dimensiones, distancias y cantidades para la preparación de documentación e ingeniería.

EL CONTRATISTA será responsable de la elaboración de la documentación técnica y los planos del diseño funcional y detallado. Así mismo, EL CONTRATISTA deberá elaborar la documentación As-Built que refleje el estado final del SAS.

EL CONTRATISTA podrá presentar modificaciones no sustanciales del diseño respecto a las especificaciones y planos de cotización, por consideraciones de diseño específico, dimensiones, funcionalidad o seguridad. Las modificaciones deberán ser sometidas a consideración de CNEL EP UN Sucumbíos.

1.1.1 Coordinación con otros contratistas

El CONTRATISTA deberá coordinar por medio de CNEL EP UN Sucumbíos cualquier requerimiento o coordinación con otros contratistas, de darse el caso.

1.2 Normas

Para el diseño y pruebas de los equipos de protección y control, las siguientes normas deben ser aplicables:

- IEC 60255: Electrical relays
- IEC 60038: IEC Standard Voltages
- IEC 60068: Environmental testing
- IEC 60664: Insulation coordination for equipment within low-voltage systems
- EN 50081-2: Electromagnetic compatibility - Generic emission standard
- EN 50082-2: Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard
- IEC 61850: Standard for the design of electrical substation automation
- IEC 60255-6: Electrical relays – Measuring relays and protection equipment

- IEC 60255-7: Electrical relays - Test and measurement procedures for electromechanical all-or-nothing relays
- IEC 60068-2-3: Environmental testing – Test Ca: Damp heat, steady state
- IEC 60255-5: Electrical Relays – Insulation Coordination for Measuring Relays and Protection Equipment - Requirements and Tests
- IEC 60255-22: Measuring relays and protection equipment - Tests
 - IEC 60255-22-1: Measuring relays and protection equipment – Electrical disturbance tests – 1 MHz burst immunity tests.
 - IEC 60255-22-2: Measuring relays and protection equipment – Electrical disturbance tests - Electrostatic discharge tests
 - IEC 60255-22-3: Measuring relays and protection equipment – Electrical disturbance tests – Radiated electromagnetic field immunity
 - IEC 60255-22-4: Measuring relays and protection equipment – Electrical disturbance tests – Electrical fast transient/burst immunity test
- IEC 60255-11: Measuring relays and protection equipment – Voltage dips, short interruptions, variations and ripple on auxiliary power supply port
 - IEC 60255-21: Electrical relays – Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment
 - IEC 60255-21-1: Electrical relays – Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Vibration tests (sinusoidal)
 - IEC 60255-21-2: Electrical relays – Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Shock and bump tests.
 - IEC 60255-21-3: Electrical relays – Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Seismic tests
- IEC 60255-0-20: Electrical Relays Contact Performance of Electrical Relays
- IEC 60870-3: Telecontrol equipment and systems. – Interfaces (electrical characteristics)
- IEC TS 61000-6-5: Electromagnetic compatibility (EMC) – Generic standards - Immunity for power station and substation environments
- IEC 61850: Communication Networks and Systems in Substations
- IEC 60870-5-101: Telecontrol equipment and systems – Transmission protocols – Companion standard for basic telecontrol tasks (Para conexión con los centros de control de CNEL EP UN SucumbiosTRANSELECTRIC y el CENACE).
- ANSI/ISA S5.1 Instrumentation symbols and identification.
- IEC 60381 Expression of the performance of electrical and electronic equipment.
- IEC 60793: Opticalfibre.
- IEC 60794: Opticalfibre cables.
- IEC 60874: Connectors for optical fibres and cables.
- IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
- IEC 61131: Standard for programmable controllers.
- IEC 61010-1: Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use. Part 1: General requirements.
- IEC 60664: Insulation coordination for equipment within low-voltage systems.
- IEC 60255-0-20: Specification for contact performance of electrical relays.
- Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-5: Generic standards - Immunity for power station and substation environments ANSI/ISA S5.1 Instrumentation symbols and identification.
- IEC 61000: Electromagnetic compatibility
- IEC 61010-1: Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use. Part 1: General requirements
- IEC 61131: Standard for programmable controllers
- IEC 61508: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems

- ITU-T G.651: Characteristics of a 50/125 um multimode graded index optical fibre cable
- IEEE 802.1: IEEE Standards for Local and metropolitan area networks
- IEEE 802.3: IEEE Standard for information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
- IEEE 1613: Standard Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices in Electric Power Substations

1.3 Descripción general del sistema de automatización de la subestación

El sistema de automatización de la subestación, que suministre EL CONTRATISTA, deberá comprender un conjunto de equipos, accesorios, etc. necesarios y suficientes para la ejecución de todas las funciones de supervisión, control, protección, registradores de fallas, medición y monitoreo en tiempo real de todos los patios de la subestación y la respectiva comunicación con los centros de control de CNEL EP UN Sucumbíos, CELEC EP TRANSELECTRIC y CENACE.

El suministro del sistema deberá incluir las respectivas arquitecturas, diagramas de principio e ingeniería básica de los componentes del sistema. En el caso del software se deben entregar las licencias de uso y los candados de hardware que se requiera.

El SAS deberá ser digital, distribuido físicamente y funcionalmente, de arquitectura y protocolos abiertos, con tecnología de última generación, que permita un crecimiento gradual de hardware y de software, y que tenga disponibilidad de 99,99%, alta confiabilidad y seguridad.

El SAS deberá desarrollarse sobre una red LAN (Local Area Network) Ethernet redundante en fibra óptica, con protocolos que cumplan con el estándar IEC 61850y constituido en un sistema digital tipo SCADA (Supervisor y Control and Data Acquisition).

Los equipos y la arquitectura del SAS deberán tener un alto grado de modularidad, tanto en programación (software) como en sus elementos (hardware), para permitir la ampliación posterior del sistema durante la vida útil de dichos equipos. La expansión se deberá poder realizar mediante la adición de equipos y recursos sin requerir el remplazo del equipo previamente instalado. Las expansiones podrán comprender principalmente la inclusión de funciones adicionales de control, protección y supervisión que puedan ser necesarias o ser deseables posteriormente, así como la adición de nuevos componentes.

Los componentes y redes de comunicación del sistema deberán tener la facultad de auto-arranque, una vez energizados, o luego de una falla en el sistema de alimentación de corriente continua o alterna.

Toda la información de eventos digitales registrada en el sistema de control y protecciones de la subestación deberá ser susceptible de ser transferida para los centros de control, en tiempo real y con estampa de tiempo de forma que permita tener su secuencia.

El tiempo de respuesta para la ejecución de automatismos no debe exceder los 100 milisegundos, el controlador de bahía debe ser capaz de ejecutar todos los automatismos necesarios de la bahía que controle en menos de 100 milisegundos.

Los recursos del sistema de control y supervisión deberán ser suficientes para garantizar una operación segura y eficiente de la subestación, tanto en forma local como remota, desde los centros de control de CNEL EP UN Sucumbíos CELEC EP TRANSELECTRIC y el CENACE.

1.3.1 Arquitectura del sistema

El sistema de automatización de la subestación debe estar basada en una arquitectura distribuida para la adquisición de datos.

El sistema debe operar con dos servidores SCADA independientes en hardware, en configuración redundante "hot-standby" o "hot-hot", bajo condiciones de conmutación no se deben repetir los eventos

reportados con anterioridad y no se deben perder eventos presentados en campo durante el proceso de conmutación, ni generar avalanchas de información durante la conmutación.

La conmutación de los servidores SCADA debe ser automática y directa, no se aceptan elementos intermedios como IED's de control o protecciones.

EL CONTRATISTA deberá garantizar que la arquitectura del sistema de automatización pueda ser ampliada sin que se presenten cambios fundamentales. El sistema deberá permitir cambios en la funcionalidad, tanto en hardware, como en software.

La arquitectura del sistema de supervisión y control de la subestación constará de cuatro niveles jerárquicos, los cuales se definen teniendo en cuenta los distintos sitios de operación y su funcionalidad.

1.3.1.1 Nivel 0 – Nivel de proceso

El nivel 0 de control corresponde al nivel de menor jerarquía en el sistema, en éste se deberá ejecutar la supervisión y control directo de los diferentes equipos desde su respectivo tablero de control local. Los tableros de mando local deberán ser ubicados en el patio, junto al equipo respectivo, para labores de mantenimiento o en caso de emergencia. En este nivel también se deberá encontrar la lógica de disparos y enclavamientos esenciales.

La conexión de este nivel de control con el nivel 1 (nivel de bahía) se hará por medio de contactos secos y cableado duro, para la interacción, el intercambio de información y la recepción de comandos.

1.3.1.2 Nivel 1 – Nivel de bahía

El nivel 1 corresponde a los sistemas de control, supervisión local, protecciones eléctricas, registradores de fallas y sistema de medición para cada bahía de la subestación y los servicios auxiliares. En este nivel, la operación local será de manera manual o automática para cada una de las bahías de la subestación.

El automatismo de cada uno de los sistemas de este nivel realizará las secuencias y funciones de control, señalización, medida y protecciones requeridas para operar cada equipo y/o subsistema de una manera autónoma, bien sea por órdenes desde este nivel o por orden proveniente de los niveles superiores de control.

Las funciones de control de cada bahía y de los servicios auxiliares deberán ser efectuadas por los IED's de control.

Este nivel deberá estar conformado básicamente por los tableros de control, protecciones, registradores de fallas, de servicios auxiliares (AC-DC-Grupo Diesel), instrumentación de transformadores, reactores y medidores multifunción.

En este nivel se deberán integrar los IED's de control y protección de las diferentes bahías, por medio de sus puertos ópticos Ethernet redundantes a la red LAN Ethernet del sistema de control y deberán intercambiar información bajo el estándar IEC 61850.

La alimentación de equipos a este nivel debe ser de 125 Vdc, al igual que las entradas digitales las cuales deben contar con un filtro anti-rebote independiente y configurable por software en un rango de 0 a 100 milisegundos al menos.

Las salidas digitales deben estar protegidas para no operar en forma incorrecta ante fallas de alimentación, transitorios, encendido o apagado del equipo.

La estampa de tiempo debe realizarse a este nivel con una resolución de 1 milisegundo.

La red de registradores de fallas y la red de medidores de energía multifunción, deberán ser independientes.

EL CONTRATISTA deberá dejar previstos los puertos de comunicación necesarios para futuras ampliaciones de la subestación.

1.3.1.3 Nivel 2 – Nivel de estación

Desde el nivel 2 se ejecutará el control general y total de la subestación, el cual deberá permitir el control, monitoreo, medición y supervisión en forma global, de todos los sistemas que componen la subestación, así como funciones de almacenamiento de datos, eventos y fallas.

La conexión entre el nivel 1 y el nivel 2 deberá ser implementada en una red LAN Ethernet 100Base-FX full dúplex redundante, de intercambio de información por medio de protocolos abiertos y establecidos en la norma IEC 61850.

La transferencia de datos entre el nivel 2 y el nivel 3, para efectuar la supervisión y el control remoto desde los centros de control de CNEL EP UN Sucumbíos, CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE, se deberá implementar a través de un Gateway principal y/o redundante de comunicación, el cual deberá asegurar el flujo de información con los centros de control.

En este nivel se deberán incluir, los componentes responsables de la integración del sistema de control de la subestación con los centros de control remotos. Este nivel deberá estar conformado al menos por los siguientes equipos:

- Dos unidades centrales de adquisición y control local (servidores SCADA).
- Dos interfaces hombre-máquina simultáneas (IHM).
- Impresoras de eventos y reportes.
- Dos Gateway de comunicación con los centros de control remoto.
- Computador de gestión de protecciones.
- Computador de gestión de medida.
- Computador de almacenamiento y análisis del sistema de RAP.
- Computador de Ingeniería.
- Equipo de sincronización de tiempo por GPS.
- Firewall para control de acceso a la red del SAS.
- Switches LAN

El diseño detallado del equipo a suministrar, para resolver los requisitos de esta especificación, es responsabilidad del CONTRATISTA, apegándose a los requerimientos que se describen en esta especificación.

Todos los equipos del sistema de control deben estar diseñados para trabajar en ambientes de alta interferencia electromagnética, generados en la operación de una subestación de 69 kV sin detrimento de ninguna de sus funciones.

1.3.1.4 Nivel 3

El nivel 3 corresponderá a la supervisión y control remoto de la subestación desde los centros de control de CNEL EP UN Sucumbíos, CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE a través de los protocolos IEC 60870-5-101, IEC 61850-5-104 y DNP 3.0. La comunicación con estos centros de control deberá ser a través de un Gateway (principal y redundante) de comunicaciones entre los niveles 2 y 3, que asegure el flujo de información de acuerdo a los requerimientos específicos de cada centro.

1.3.1.5 Redes protocolos según la norma IEC 61850

A través de la red Ethernet y bajo la norma IEC 61850, se deberá integrar la información de control, gestión y sincronización, requerida para la implementación de los sistemas requeridos para el control, monitoreo, supervisión, análisis y operación de la subestación.

El intercambio de datos entre IED's de control, protecciones y servidores SCADA, deberá estar implementado mediante enlaces ópticos de comunicación redundante, utilizando los protocolos definidos en la norma IEC 61850 tales como TCP/IP y MMS.

Todos los IED's deberán contar con los protocolos de la norma IEC 61850 nativos, con completa funcionalidad.

1.3.2 Modos de control

El SAS de la subestación, deberá permitir los siguientes modos de control.

1.3.2.1 Comando local

La función de comando local de la subestación debe incluir como mínimo, los siguientes tipos de comando:

- Comando local nivel 0 (equipo en patio de maniobras)
- Comando local nivel 1 (bahía)
- Comando local nivel 2 (subestación)

El comando local en el nivel 0 debe permitir el cierre/apertura por comando directo en los equipos de patio, solamente con fines de mantenimiento o emergencia. Se debe considerar en el diseño enclavamientos mínimos para este objeto.

En el nivel 0 además se debe poder realizar las maniobras de arranque, parada y toma de carga del grupo diesel.

El comando en nivel 1 debe ser ejecutado por la unidad controladora de bahía (cuando los equipos de nivel 0 estén en remoto), teniendo como interfaz una pantalla gráfica para realizar la funciones de control y supervisión del equipo eléctrico primario asociado a la bahía.

La selección y comando local en nivel 1 debe obligatoriamente tener:

- Comando
 - Comando de los equipos principales de maniobra, tales como interruptores y seccionadores.
 - Realizar la transferencia manual de servicios auxiliares
 - Arranque/parada manual del grupo diesel y toma de carga.
 - Reposición de relés de bloqueo y protección
- Selección
 - Bloquear o habilitar la función de recierre automático
 - Habilitar el control automático/manual de equipos

La prioridad de comando debe ser del tipo jerárquico, esto es, la función de selección más próxima al equipo debe tener preferencia sobre las otras.

El comando de nivel 1 debe tener un sistema de enclavamiento eficaz, programado en los IED's de control y protección, capaz de supervisar los comandos recibidos, asegurando que los comandos conflictivos o indebidos no sean realizados. De ser necesaria información de los equipos de otras bahías, esta se deberá transmitir de acuerdo a la norma IEC 61850.

El comando de nivel 1 debe ser también completamente independiente del nivel 2 (subestación), de forma de garantizar su operatividad cuando se pierda la comunicación con el nivel superior.

Además cabe mencionar que todos los comandos en nivel 1 deben seguir la lógica de operación SELECT-BEFORE-EXECUTE.

El comando local en nivel 2 debe realizarse mediante una de las dos interfaces IHM locales, que deben permitir la operación de la subestación con todas sus funcionalidades, para esto, se deben utilizar los enclavamientos programados en los IED de control y protección de cada bahía, que son los que finalmente evalúan si el comando se puede ejecutar o no.

Todas las funciones de comando de nivel 2 deben ser controladas por una de las dos unidades centrales de adquisición y control.

1.3.2.2 Comando remoto

El SAS debe tener conexiones independientes con los centros de control del CNEL EP UN Sucumbíos, CENACE y de CELEC EP-TRANSELECTRIC, de forma que permita la operación de la subestación, en todas sus funcionalidades, mediante señales de comando enviadas por los mismos. El comando remoto debe, como mínimo, disponer medios para:

- Comandar todos los interruptores
- Comandar los seccionadores (excepto los de puesta a tierra)
- Comandar arranque / parada del sistema de enfriamiento de transformadores
- Movimiento OLTC de los transformadores.
- Habilitar / deshabilitar la función de recierre de líneas

1.3.2.3 Interconexión con los centros de control de CNEL EP UN Sucumbíos, CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE

Los dos centros de control podrán supervisar la subestación, pero el control lo realizará solamente el que se haya designado desde el SAS de la subestación.

El SAS debe tener los recursos que permitan a los centros de control seleccionar libremente los controles a ser utilizados para el control sistémico de voltaje, usando los equipos instalados en la subestación.

Los datos análogos de toda la subestación deben ser transferidos hacia los centros de control de acuerdo a los siguientes criterios:

- Los datos análogos a ser transferidos se constituyen en un subconjunto de los adquiridos por el SAS o calculados a partir de tales adquisiciones, cálculos que deben ser realizados por el SAS localmente.
- Mediciones realizadas en forma individualizada:
- Módulo de tensión fase-fase en kV en las barras
- Módulo de tensión fase-fase en kV en las bahías que se conecten a las barras
- Potencia trifásica activa en MW y reactiva en MVAR en los terminales de todas las bahías (de línea y de transformador)
- Frecuencia en las barras de cada nivel de voltaje.
- Potencia activa y reactiva trifásica de bancos de reactores / capacitores.
- Los datos analógicos adquiridos por el SAS y transferidos para los centros de control no deben ser filtrados por banda muerta.

Toda la información de eventos digitales registrada en los equipos primarios, los IED's de control y protección, servicios auxiliares, entre otros, debe ser susceptible de ser transferida para los centros de control, en tiempo real y con estampa de tiempo de forma que permita tener su secuencia.

La interconexión entre el SAS de la subestación y los centros de control debe ser establecida mediante los protocolos de comunicación IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104 y DNP3.0.

1.4 Equipos del SAS

Los controles y protecciones de los diferentes equipos y sistemas planteados deberán usar plataformas de hardware y software abierto, y redes de comunicación que obedezcan a estándares internacionales, de manera que se obtenga un sistema altamente modificable, expandible y continuamente actualizable en el tiempo.

Todos los equipos y sistemas deberán ser nuevos, en las versiones más actuales de hardware y software, de alta calidad y completamente probados (no se aceptarán prototipos). Además, todas las actualizaciones en

las versiones de software y las respectivas licencias del suministro deberán poderse realizar fácilmente y sin costo para CNEL EP UN Sucumbíos.

1.4.1 Equipos y sistemas de nivel 1

1.4.1.1 Controladores de bahía

Los controladores de bahía deberán ser IED´s y estarán encargados de recibir, procesar e intercambiar información con otros equipos de la red del SAS. EL CONTRATISTA deberá suministrar los controladores de cada bahía con todos los programas de configuración y operación necesarios, así como los certificados de pruebas que avalen el cumplimiento de los estándares EMI y de aplicación de los equipos en subestaciones eléctricas de alta tensión.

Los IED´s de control deberán ser multifuncionales y programables, y contar con los puertos ópticos necesarios para recolectar la información de los IED´s de protección y demás equipos que le correspondan. La comunicación de los IED's de control de bahía con los demás equipos, deberá ser a través de los protocolos según la norma IEC 61850 y se deberán usar módulos de comunicaciones redundantes que garanticen alta funcionalidad y confiabilidad.

A partir de entradas/salidas y la conexión a la red de control de la bahía, el equipo deberá poder manejar la lógica de enclavamientos y automatismos de la bahía, por lo que en caso de ser necesario, se deberá tener la capacidad de ampliación de la cantidad de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los requerimientos de la bahía que controla.

Los controladores de bahía deberán contar con LEDs de anuncio de alarma configurables, y una pantalla LCD de mínimo 6" que permita por los menos, las siguientes funcionalidades:

- Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.
- Despliegue de alarmas.
- Despliegue de eventos.
- Despliegue de medidas de proceso de la bahía (incluye las medidas de voltaje, corriente, frecuencia, fase, potencia activa, potencia reactiva, entre otros).
- Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
- Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

Los IED de control deberán contar con dos puertos de fibra óptica multimodo para la comunicación con la red redundante de control.

Estos equipos deberán recibir una señal de sincronización horaria para la marcación en tiempo real de los eventos, por medio de dos redes diferentes; se deberá tomar la señal del reloj sincronizada por satélite GPS de la red SAS, la cual puede ser IEEE1588 o SNTP, y de una red dedicada que puede ser IRIG-B, PPM, entre otros, de modo que se garantice una precisión 1 ms en la estampa de tiempo, para el registro secuencial de eventos. Este registro se deberá efectuar en el controlador con cada una de las señales de entrada a éste, en la tarjeta donde se toman las señales

EL CONTRATISTA deberá implementar la función de supervisión de falla (watchdog) entre todos los IED´s de la subestación. La notificación a los niveles superiores de control se deberá realizar por medio de la red de control.

Cada uno de los IED´s de control que conforman el sistema, deberá contar con su terminal de diálogo frontal (parametrización local).

Los IED´s de control deberán contar con los enclavamientos, medidas, secuencias y señalizaciones necesarias para ejecutar el control local manual, automático y remoto, de los equipos asociados y realizarán la adquisición y validación de las señales de indicación, alarma y medida.

La función de control de bahía deberá incluir las siguientes funciones de control y monitoreo:

- Entradas para la información del estado de los equipos de patio (simple y doble polo)
- Salidas de comando doble para el control de equipos de patio
- Salidas de comando simple para información binaria
- Entradas análogas de voltaje y corriente para permitir la medición de estos valores y a partir de ellos, el cálculo de todos los parámetros eléctricos necesarios.
- Entradas de 4-20 mA, para indicación de temperatura de transformadores, temperatura ambiente, posición del tap del LTC, entre otros. En lo posible, esta información deberá integrarse mediante comunicaciones, de acuerdo a la norma IEC61850.

El número de entradas y salidas debe corresponder a los equipos de maniobra que integran las bahías.

La función para control de una bahía debe contener todas las aplicaciones necesarias para controlar la bahía localmente y desde uno de los centros de control en forma segura. Adicionalmente, debe proveer una interface para intercambio de información con otros IED a nivel de bahía, así como con el nivel de subestación, y cumplir con la norma IEC 61850 para comunicaciones dentro de subestaciones.

1.4.2 Switches

Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- Deberán cumplir con la norma IEEE 1613 standard - "Error free" networking device.
- Deberán cumplir con la norma IEC 61850-3 "Standard for Networks in Substations".
- Deberá incluir los siguientes protocolos de red:
 - IEEE 802.1w RSTP (Rapid spanning tree protocol)
 - IEEE 802.1q VLAN
 - IEEE 802.1p CoS, para transmisión de mensajes GOOSE (Generic Object Oriented Substations Events)
- Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON
- Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
- En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la más exigente.

Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de protección y medida del patio de 69 kV, y contar además con puertos adicionales de reserva y para posterior integración de los tableros de control, protecciones, de futuras ampliaciones de las subestación.

1.4.3 Tableros de control de línea

Los tableros de control de línea (TCL) deberán incluir un IED de control de bahía, al menos un switch para comunicación con la red del SAS dependiendo de la arquitectura presentada por el CONTRATISTA, distribuidores de fibra óptica (ODF) y demás elementos y materiales necesarios para el control de los equipos de cada bahía de línea.

La función de control de bahía de línea consistirá en hacer adquisición, monitoreo y control de las señales de los diferentes equipos de cada bahía de línea. Estas señales deberán incluir como mínimo la siguiente información:

- Estado de los dispositivos y equipos de maniobra: abierto/cerrado, bloqueado/desbloqueado, local/remoto, entre otros
- Alarmas de fallas mecánicas o eléctricas en equipos de maniobra (seccionadores e interruptores)
- Voltaje en las tres fases de la línea
- Corriente en las tres fases de la línea

- Potencia activa y reactiva trifásica de la línea
- Frecuencia de la línea
- Diferencia de voltaje (magnitud, frecuencia y ángulo) entre línea y barra, para fines de sincronización.
- Energía activa y reactiva trifásica de la línea (para fines operativos, no de facturación)
- Factor de potencia de la línea

Los tableros deberán ser autosoportados y deberán contar con calefacción, iluminación, tomas, rieles y canaletas.

1.4.4 Tablero de supervisión de servicios auxiliares

El tablero de supervisión de servicios auxiliares (TSSA) deberá incluir los IEDs de control de servicios auxiliares que requiera el diseño, switches para comunicación con la red del SAS, distribuidores de fibra óptica (ODF), una interfaz hombre-máquina de 6" y demás elementos y materiales necesarios para la supervisión de los servicios auxiliares de la subestación

Al tablero de supervisión de servicios auxiliares se deberán llevar las señales e información provenientes de los transformadores de auxiliares y de transferencia automática y debe contar con un medidor del consumo de energía de la subestación.

El tablero de supervisión de servicios auxiliares, deberá permitir dar mandos al sistema de transferencia de los servicios auxiliares de 480 V c. a., a través de la IHM del tablero.

El tablero deberá ser autosoportado y deberá contar con calefacción, iluminación, tomas, rieles y canaletas.

Dentro de este tablero o en un tablero independiente se debe contar con un IED de control y uno de protección del interruptor de auxiliares.

1.5 Elementos de interfaz entre niveles 1 y 2

Los equipos de nivel 1 se deberán conectar con los equipos de nivel 2 de la sala de control. La red deberá ser LAN Ethernet 100Base-FX full dúplex redundante, de intercambio de información por medio de protocolos abiertos y establecidos en la norma IEC 61850.

1.5.1 Cables de fibra óptica

EL CONTRATISTA deberá suministrar cable totalmente dieléctrico de 24 fibras tipo multimodo que cumpla con la norma ITU G.651.1. El cable de fibra óptica deberá ser flexible, protegido mecánicamente y apto para ser instalado en cárcamos de los patios de la subestación y el edificio de control.

La chaqueta del cable de fibra óptica, deberá proveer protección contra la humedad e inmersión temporal en agua, así como protección contra insectos y roedores.

La fibra óptica deberá ser armada. La capa exterior deberá ser fabricada con componentes no corrosivos, retardante a la llama y resistente a la radiación ultravioleta.

El cable de fibra deberá estar constituido como mínimo por: unidad central óptica, cubierta interior, armadura y chaqueta. Se deberá alojar máximo 12 fibras por tubo de protección holgado.

El cable de fibra óptica deberá suministrarse junto con conectores (spider break out), marquillas, terminales, amarres y demás accesorios de conexión según el diseño detallado de EL CONTRATISTA.

1.5.2 Distribuidores de fibra óptica (ODF)

Los distribuidores de fibra óptica (ODF) que deberá suministrar EL CONTRATISTA se utilizarán en los extremos de los cables donde se conectarán los equipos terminales de comunicaciones. En ellos se deberá efectuar la terminación del cable de fibra óptica de manera que cada una de las fibras termine en un conector.

Las dimensiones de los ODF deberán considerar como mínimo la conectividad de 24 fibras o más según sea indicado en este documento o requerido para que el sistema sea completamente funcional.

Los ODF se deberán suministrar con los conectores y todos los accesorios requeridos. EL CONTRATISTA deberá entregar planos con los diagramas de conectividad para sus equipos.

Las cajas deberán contar con las siguientes características:

- Montaje en rack de 19".
- Deberán venir pre-ensamblados para conectores FC/FC metálicos simples y contar además con anillos de almacenaje de cable extra.
- Cubiertas traseras, delanteras y superiores removibles de tal manera que se tenga un fácil acceso al cable y a los conectores.
- Cubierta frontal de plexiglás.
- Cubiertas de plástico en cada uno de los conectores para protección.
- Dispositivos tipo prensaestopas para acceso de los cables.
- Permitir manejo del cable de una manera segura y organizada de tal manera que no se superen los radios de doblado de las fibras.
- Construidas en acero "16 gauge Cold-Rolled Steel (CRS)".
- Pintura electrostática.
- Protección adecuada para los patchcord y para los pigtails.
- Aptas para realizar la fusión de las fibras incluyendo los protectores sólidos, adheridos por calentamiento, correspondientes, con suministro de los accesorios requeridos, pigtails, conectores, bandejas, etc.
- Los pigtail's de fibra óptica deberán ser pre-conectorizados, hechos en fábrica, desempeño óptico probado al 100%, de longitud adecuada.
- Los patchcords de fibra óptica deberán contar con las siguientes características:
 - Deberán venir ensamblados y probados en fábrica con los conectores especificados.
 - Flexibles y resistentes a la corrosión.
 - Rango de temperatura de operación amplia.
 - Estabilidad ambiental.
 - Desempeño óptico verificado al 100%.

El contratista debe realizar la certificación de los lazos de fibra óptica, completo y por tarpes, para garantizar las pérdidas mínimas permisibles.

1.6 Equipos y sistemas de nivel 2

El nivel de subestación deberá estar compuesto al menos por los siguientes equipos, los cuales deberán ser suministrados por EL CONTRATISTA:

- Dos unidades centrales de adquisición y control local (computadores redundantes).
- Dos Interfaces hombre-máquina (HMI) simultáneas.
- Impresoras de eventos (láser) y de reportes (a color).
- Dos Gateway de comunicación con los centros de control remotos de CNEL EP UN Sucumbíos, CELEC EP-TRANSELECTRIC y el CENACE.
- Firewall para control de acceso a la red del SAS
- Equipos del sistema GPS para sincronización de tiempo en todos los componentes del SAS (los IEDs de control y protección, registradores de falla, unidades de adquisición y control y estaciones HMI)
- Estación de gestión de protección.
- Estación de gestión de medida.
- Estación de ingeniería.

- Dependiendo de la arquitectura, al menos dos switches de distribución para cada patio de la subestación.
- Dependiendo de la arquitectura, al menos dos switches de nivel 2 para comunicación entre los equipos de nivel 2 y nivel 1.

1.6.1 Switches de distribución de la red de control

El CONTRATISTA deberá suministrar al menos dos switches por cada uno de los patios de la subestación para realizar la integración de los tableros de control y protecciones de cada uno de los mismos con el sistema de automatización de la subestación.

Los switches de cada patio se deberán conectar con los switches de nivel 1 ubicados en los tableros de control y protecciones de la subestación.

Los switches de cada patio deberán contar con revestimiento anticorrosión y humedad.

Así mismo, para realizar la comunicación entre los niveles 1 y 2 de control, los switches asociados a cada patio se deberán conectar de forma redundante con los switches de nivel 2 ubicados en el tablero de control de subestación.

Los switches de distribución de la red de control se deberán ubicar en la sala de control y deberán ser adecuados para operar en ambientes industriales, contar con puertos de reserva y cumplir con las características técnicas definidas en el numeral 1.4.2.

1.6.2 Tablero de control de la subestación

El tablero de control de la subestación deberá incluir dos unidades centrales de adquisición y control local de la subestación (unidad principal y redundante), los switches para comunicación entre los niveles 1 y 2 de la red de control, los distribuidores de fibra óptica (ODF), una IHM de 21" como mínimo y demás elementos y materiales necesarios para el control de los equipos de la subestación. El tablero deberá ser autoportado y deberá contar con calefacción, iluminación, tomas, rieles y canaletas.

El tablero de control de la subestación se deberá encargar de la supervisión y control general de la subestación, en donde se incluirán los mímicos de unifilares, supervisión de variables, mediciones, servicios auxiliares, bahías y enclavamientos de interruptores, entre otros.

Dentro de este tablero, se deberá instalar además los Gateway de comunicaciones con los centros de control remoto, el firewall para seguridad de la red del SAS y el equipo GPS para sincronización de tiempo.

1.6.2.1 Unidades de adquisición y control de la subestación

EL CONTRATISTA deberá suministrar dos computadores industriales de última generación, robustos, aptos para las condiciones del sitio de instalación, con un sistema operativo en tiempo real.

Los computadores suministrados deberán adquirir toda la información, para supervisión y control de la subestación, proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, procesarla, evaluarla, combinarla de manera lógica, almacenarla. La información requerida para realizar la supervisión remota deberá ser enviada por enlaces de comunicaciones.

Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de la subestación:

- Transmisión de comandos del centro de control remoto de CNEL EP UN Sucumbíos CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE hacia los equipos de la Subestación.
- Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control, protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de sincronización proveniente de un reloj GPS.

- Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control remoto de CNEL EP UN Sucumbíos CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE (mediciones, alarmas, cambios de estado, entre otros.).
- Señalización del estado de operación a través de indicadores luminosos (normal-falla-stand-by como mínimo).
- Debe estar habilitado con 2 puertos de comunicación seriales RS-232 (principal y respaldo) por cada enlace a nivel superior solicitado.
- No debe requerir ventiladores para enfriamiento ni utilizar dispositivos de almacenamiento con partes móviles (discos duros).

1.6.2.2 Switches de nivel 2

Los switches de nivel 2 deberán ser adecuados para operar en ambientes industriales y cumplir con lo especificado en el numeral 1.4.2.

1.6.3 IHM del sistema de supervisión y control

EL CONTRATISTA deberá suministrar dos estaciones de operación (IHM), a través de las cuales se deberá efectuar el monitoreo y control de la subestación. Las IHM suministradas deberán ser computadores de tipo industrial, escalable y de operación continua, que posean procesadores de última generación, con el software para manejo de base de datos y despliegue de la información y control de la subestación.

Las pantallas de las IHM deberán ser tipo LED'S ó similar, y suficientemente amplias para mostrar la información del proceso (mínimo de 24 pulgadas). Debe contar con una interfaz de red Ethernet IEEE 802.3 10/100 BASE-T. Disco duros redundantes de un (01) TERA cada uno, memoria RAM mínima de 6 GB.

Debe incluir y estar disponible un tutorial gráfico para el acceso, operación y búsqueda de la información por parte de los usuarios del sistema.

1.6.3.1 Funciones de control, monitoreo y diagnóstico de la subestación

Las IHM deberán tener como mínimo las siguientes funciones de control, monitoreo y diagnóstico:

- Presentar al operador despliegues que muestren el diagrama unifilar de la subestación, con indicación de los valores instantáneos (en tiempo real) de todas las medidas analógicas adquiridas (flujos de carga, medición de corrientes, tensiones y demás medidas de interés en líneas de transmisión, barras, transformadores, entre otros), y el estado de los equipos de maniobra de la subestación (incluidos seccionadores de puesta a tierra), servicios auxiliares y redes de comunicación, a través de datos digitales y señalizaciones de estado, de forma clara y cómoda.
- Permitir programación, parametrización y actualización.
- Coloreo dinámico de barras, líneas y transformadores de acuerdo a si están energizados (tienen voltaje) o no, y en el caso de líneas de transmisión y barras, si están puestas a tierra.
- Indicar el disparo de un interruptor (por la operación de una función del sistema de protecciones, o en general, por una razón diferente a la ejecución de un comando desde la propia IHM) mediante un símbolo en color rojo titilante.
- Mostrar la diferencia de voltajes de barra y de bahía, en magnitud, frecuencia y ángulo, más una indicación de si existen condiciones de sincronización o no, para bahías de líneas, transformadores y alimentadores.
- Mostrar la temperatura del aceite y devanados, y demás parámetros supervisados en transformadores.
- Comunicación con la red de área local del sistema de supervisión y control.
- Supervisión de la red de área local.
- Mostrar enclavamientos de operación.

- Permitir la supervisión y operación de todos los equipos de la subestación, incluidos los servicios auxiliares y panel de detección de incendios.
- Permitir la selección de los mandos de operación local, remoto y enclavamientos de operación.
- Proporcionar medios de comando claramente identificados, de forma de facilitar la ejecución de maniobras sobre interruptores y seccionadores y, al mismo tiempo, minimizar la posibilidad de error por parte del operador.
- Utilizar las lógicas de enclavamiento programadas en nivel 1, de forma de supervisar los comandos del operador, asegurando que los comandos conflictivos o indebidos no sean ejecutados.
- En caso de falla o problemas en el equipo primario o en la subestación, presentar al operador una indicación visual y clara de la naturaleza de la falla, facilitando la toma de decisiones.
- Mostrar el estado del sistema de control (autosupervisión):
 - Estado de los IED's y sus puertos de comunicación.
 - Estado de los enlaces de comunicación en los diferentes niveles del sistema SAS.
 - Estado de los computadores de adquisición: Normal/Falla y Hot/Stand by.
 - Estado del sistema de GPS.
 - Enlaces de comunicación con los centros de control.
- Permitir la transferencia de la operación de la subestación a uno de los centros de control remoto.
- Proporcionar la indicación secuencial de los eventos ocurridos en la subestación, generados por los IEDs de protección, y acciones realizadas por el operador local o por los centros de control remoto (cambio de estado y comandos) con una resolución de 1 ms.
- Mostrar tendencias históricas de variables análogas (V, I, P, Q, f) en formato gráfico y tabulado en tablas, con posibilidad de cálculos matemáticos y escalonamiento de valores.
- Mostrar tendencias de "tiempo real" donde se muestren las variables análogas con una mayor frecuencia de muestreo que las tendencias históricas. Estas tendencias deben mostrar los datos de las últimas 6 horas (antes del momento de la consulta) como mínimo.
- Facilidades de consulta de la lista de eventos mediante filtros y exportación de estos eventos a un archivo de Excel.
- Registro en una base de datos de los valores analógicos medidos, almacenados en períodos de tiempo ajustable y exportación de estos eventos a archivos que puedan ser abiertos en Excel.
- Ejecutar los comandos siguiendo la secuencia Select-Before-Execute.
- Permitir las funciones de reconocimiento de alarmas, bloqueo y desbloqueo de alarmas, bloqueo y desbloqueo de comandos, y cambio de límites utilizados para señalización de alarmas en medidas analógicas.
- Imprimir reportes o despliegues que el operador requiera en dos impresoras: láser y de color.
- Los símbolos para los equipos de maniobra, colores de acuerdo al nivel de voltaje y al nivel de alarma, serán indicados por CNEL EP UN Sucumbíos.

La IHM deberá ser suministrada con facilidades para mantenimiento y entrenamiento.

El tiempo máximo para actualización de un cambio de estado en pantalla será de 1 segundo.

1.6.3.2 Base de datos

La base de datos del SAS debe ser relacional (RDBMS), con manejo de objetos no estructurados de la base de datos y una arquitectura cliente-servidor que permita su utilización eficiente por uno o varios usuarios. Debe contar con herramientas de sistemas de ventanas y generador de reportes que integren un sistema relacional de administración de base de datos (RDBMS).

La información debe estar almacenada en una base de datos utilizando lenguajes basados en estándares SQL, para manejo y manipulación de los registros históricos.

Todos los puntos de la base de datos en tiempo real deben ser configurables, para conformar una base de datos histórica.

El registro de la información de estados y alarmas debe incluir la estampa de tiempo del dispositivo que recibe la señal de campo.

El servidor de la base de datos debe contar con soporte de ODBC y OPC para el acceso local y remoto a través de la WAN/LAN, además debe permitir:

- Adicionar nuevas señales de adquisición o de control
- Definir la lógica para el cálculo de valores analógicos en base de los datos adquiridos por el sistema.
- Configurar las alarmas, definir los valores límite de las medidas analógicas, qué cambios de estado generan alarma, etc.
- Configurar el registro secuencial de eventos.
- Configurar de forma independiente la información que se enviará a cada centro de control:
 - Datos digitales y analógicos a ser transmitidos a cada centro de control.
 - Los equipos que pueden ser comandados por cada centro de control.

1.6.4 Sistema de sincronización de tiempo por satélite (GPS)

El sistema de recepción de GPS deberá tener una precisión menor o igual a 100ns y deberá ser distribuida con una resolución menor o igual a 1 ms.

EL CONTRATISTA deberá suministrar un receptor de señal GPS, el cual deberá incluir la antena, los equipos para la recepción de señal de satélite con todas las funciones de generador y decodificador de tiempo, y la red de distribución de la señal de tiempo a la red de control de la subestación y los medidores de energía multifuncionales. El equipo de recepción de la señal de satélite será instalado en el tablero de control de la subestación.

La antena de recepción de la señal GPS deberá ser instalada por EL CONTRATISTA, en un sitio que permita obtener una calidad de señal óptima y cuya distancia con el tablero de control de la subestación, sea adecuada para el cableado con éste.

El sistema de GPS deberá contar con los puertos necesarios que permitan la sincronización de tiempo con precisión de 1 ms de los IED de protección, IED de control de bahía, registradores de fallas, medidores y en general todos los equipos de nivel 0, 1 y 2 que realicen adquisición de señales. EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos y elementos necesarios para que la red llegue a todos los equipos de control, protección y medida, manteniendo la precisión adecuada.

El sistema debe soportar alta interferencia electromagnética en subestaciones desde 69 hasta 230 kV, previo aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos.

Debe alimentarse con 125 Vdc, con un indicador frontal de fecha, hora, minutos y segundos.

1.6.5 Gateway de comunicaciones

El Gateway de comunicación deberá asegurar el flujo de información con los centros de control remotos, de acuerdo a los requerimientos específicos de cada centro de control (puertos y configuraciones independientes). Este Gateway tiene la función de pre-procesar la información para el centro de control y realizar la conversión del protocolo, de ser necesario.

Además de los puertos que se utilicen para comunicación con CNEL EP UN Sucumbíos, CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE, el sistema debe disponer de tres puertos de comunicación para su configuración futura en protocolo IEC 60870-5-101, IEC 60870-104 y DNP3.0 (u otro a ser definido cuando se requiera) con la opción de que el sistema funcione como maestro o esclavo.

Debe estar habilitado con dos puertos de comunicación seriales RS-232 (principal y respaldo) por cada enlace a nivel superior solicitados.

Debe tener señalización del estado de operación a través de indicadores luminosos (normal, falla y stand-by) como mínimo.

Debe incluir por lo menos un puerto Ethernet en Hot-Standby con protocolo DNP3.0 sobre TCP/IP, configurable por el usuario.

No debe requerir ventiladores para enfriamiento ni usar dispositivos de almacenamiento con partes móviles (disco duros).

1.6.6 Firewall

Para garantizar la seguridad de la red de control de la subestación, EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar un firewall que cumpla con las siguientes características:

- Mínimo 8 puertos 10/100/1000 configurables para LAN, WAN y DMZ
- Soporte de alta disponibilidad y balanceo de carga
- Debe funcionar como firewall y como servidor para VPNs
- Manejar al menos 1000 políticas
- SDRAM de mínimo 128 MB
- Contar con control de usuarios
- Permitir la traducción de la dirección IP de la red (NAT)
- Permitir la traducción de la dirección IP del puerto (PAT)
- Permitir la configuración de políticas programables en el tiempo
- Contar con dirección IP estática
- Contar con servidor DHCP ("Dynamic Host Configuration Protocol")
- Permitir el enrutamiento basado en políticas y con protocolos de enrutamiento por vector de distancia, estado de enlace y estático
- Soportar múltiples enlaces WAN
- Soportar VLAN 802.1Q
- Definición de VLAN 802.1Q basadas en políticas
- Reconocer los protocolos HTTP, FTP, H.323, SMTP, SIP y DNS
- Ser administrable por consola y por web
- Soportar sistema de administración central
- Permitir la definición de un "host" confiable para administración remota
- Permitir la utilización de prioridades del ancho de banda

EL CONTRATISTA deberá coordinar la configuración del firewall con CNEL EP UN SucumbiosCELEC EP - TRANSELECTRIC. EL CONTRATISTA deberá proveer la última versión del software necesario para la configuración y puesta en operación del firewall.

1.7 Repuestos

EL CONTRATISTA deberá suministrar partes y equipos de repuesto para el sistema de control del patio de 69 kV de la subestación, según la siguiente tabla:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD
1	Controlador de bahía	Un	2
2	Switch de nivel 1	Un	2
3	Unidad de adquisición y control	Un	1
4	Gateway de comunicaciones	Un	1
5	Tarjetas de comunicaciones de IED'S de control y protecciones a la red LAN del SAS	Un	4

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD
7	Tarjetas de entradas y salidas digitales de los IED's de control y protecciones	Un	6
8	Tarjetas de entradas análogas (voltajes y corrientes) de los IED's de control y protecciones.	Un	6
9	Plumas o enchufes de pruebas para los bloque de pruebas a suministrar, uno1 por cada unidad.	Un	2
10	Juego de cables especiales con conectores, incluyendo fibra óptica para cada una de las redes del sistema de control que incluyen "pigtails", "patchcords", conectores especiales, y demás elementos que hacen parte de la red, incluye kit de herramientas.	Un	1
11	Un IED de protección de cada tipo suministrado	Un	1/cada tipo.

Todas las partes de repuesto deberán ser intercambiables con las piezas originales y deberán fabricarse en el mismo material y con la misma calidad que las partes principales de los equipos suministrados. Todas las partes de repuesto deberán ser probadas y examinadas en igual forma que las partes originales.

Con el fin de garantizar que los repuestos están en condiciones correctas de operación, todas las partes de repuesto deberán ser probadas y examinadas en igual forma que las partes originales. Para determinadas partes, que serán convenidas con CNEL EP UN Sucumbíos, EL CONTRATISTA podrá suministrar un certificado de prueba en el que constate que la pieza fue probada en fábrica con resultado satisfactorio.

En los repuestos cotizados por juegos o conjuntos deben ser entregados las partes iguales separadamente con su correspondiente precio y número de parte.

CNEL EP UN Sucumbíos se reserva el derecho de aumentar o de disminuir la cantidad de partes de repuesto especificadas, en cuyo caso se hará un ajuste del valor del Contrato de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el formulario de la Oferta.

1.7.1 Partes de repuesto recomendadas

EL CONTRATISTA deberá suministrar todas las partes de repuesto recomendadas y cotizadas en su Oferta, que hayan sido previamente aceptadas por CNEL EP UN Sucumbíos.

Todas las partes de repuesto deberán empacarse de tal forma que se preserven contra humedad y deterioro durante el transporte y almacenamiento. Para paneles de alta precisión deberán tomarse todas las precauciones necesarias para evitar los daños por choque y/o corrosión.

Los sistemas de embalaje y de protección para transporte y almacenamiento deberán someterse a revisión y aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos al igual que les instrucciones para transporte y almacenamiento. Los repuestos deberán, ser empacados en cajas independientes y no podrán ser embalados con los demás bienes del suministro. Las cajas con los repuestos deberán ser pintadas de color amarillo para su inmediata identificación.

1.7.2 Listas de partes de repuesto

EL CONTRATISTA deberá preparar una relación de todas las cajas, que contengan partes de repuesto. Así mismo, en cada caja deberá incluirse una lista, en idioma español de los elementos contenidos en ellos. Cada parte de repuesto deberá tener una etiqueta de identificación de manera que pueda ser claramente

identificada por su nombre, número de codificación o referencia, número de ensamble al cual pertenece, y número del plano asociado, nombre del equipo principal, fabricante, referencia comercial y cualquier otro dato que pueda ser útil para facilitar su revisión durante la recepción de las partes y en el almacenamiento.

Las listas de embarque deberán contener al menos la siguiente información:

- El ítem del formulario de precios del Contrato al cual pertenece cada uno de los elementos suministrados.
- La descripción y referencia de cada elemento de repuesto.
- El plano en que se utiliza el elemento y el número de ensamble o componente dentro del plano.
- El precio unitario de cada uno de los elementos individuales empacados. No se aceptará un precio global para un conjunto, un juego o en general para un repuesto que se componga de varios elementos.

1.8 Actualización tecnológica

EL CONTRATISTA deberá realizar una actualización tecnológica durante el diseño y previo al inicio de la fabricación de los sistemas de control, de forma tal que suministre el equipo de la más avanzada tecnología, actualizado al estado del arte en sistemas de control y con las mejores características técnicas disponibles en el mercado para ese momento.

La actualización está orientada a que EL CONTRATISTA suministre la versión más actualizada de los equipos ofertados, al momento de iniciar la fabricación de los equipos de control. Los costos de esta actualización tecnológica deberán ser tenidos en cuenta en la elaboración de la oferta y no implicará posteriores sobrecostos en el valor del contrato. Adicionalmente, la actualización tecnológica no implicará cambios en la arquitectura del sistema de control.

La actualización tecnológica aplica para los IED's de control y protección, las unidades de adquisición y control, la instrumentación, los equipos de red, la IHM y todo el software que se entregue con ellos. EL CONTRATISTA deberá entregar el cronograma de diseño, fabricación y ensamble, de manera que las actividades de fabricación se inicien en un tiempo adecuado para aprovechar la mejor actualización tecnológica. Adicionalmente, previo al inicio de la fabricación, EL CONTRATISTA deberá coordinar y someter para aprobación de CNEL EP UN Sucumbios, las especificaciones técnicas del hardware y software a suministrar para los sistemas antes mencionados.

El mantenimiento, modificación o extensión de componentes del SAS no deben requerir sacar de servicio la totalidad del sistema. Los trabajos de actualización deberán poder ser realizados con un mínimo esfuerzo y con herramientas de fácil manejo.

1.9 Características constructivas de los tableros para el sistema de control

1.9.1 Generales

Estas especificaciones establecen requerimientos de carácter general. Los diseños, detalles de ingeniería y selección de los componentes más adecuados para cumplir con los requerimientos establecidos, son de responsabilidad de EL CONTRATISTA.

Los tableros se deberán diseñar para instalación al interior de casetas cubiertas.

Todo el equipo deberá ser completamente ensamblado en fábrica y alambrado completamente por el fabricante, todo de acuerdo con los requerimientos de estas especificaciones y diseños del contrato.

Los tableros y sus componentes deben cumplir las previsiones aplicables estipuladas en la última edición de las siguientes normas:

- IEC 60083: "Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use. Standards"
- IEC 60297: "Dimensions of mechanical structures of the 482.6 mm (19 in) series"
- IEC 60439: "Low-voltage switchgear and control gear assemblies"

- IEC 60715: "Dimensions of low-voltage switchgear and control gear. Standardized mounting on rails for mechanical support of electrical devices in switchgear and control gear installations".
- IEC 60947: "Low-voltage switchgear and control gear"

Cada uno de los tableros deberá estar diseñado con un grado de protección mínimo IP 43. Deberán ser del tipo autosoportado, con puerta de acceso frontal con vidrio que permita la visualización de los equipos. El tablero deberá tener las dimensiones apropiadas para instalación en la caseta correspondiente.

La entrada y salida del cableado deberá ser por la parte inferior del tablero; los tableros, deberán contar con anillos para realizar el izamiento, racks para el montaje de equipos, y todos los elementos y accesorios necesarios para realizar el montaje.

Dentro del tablero se deberá suministrar resistencias para calefacción, controladas por higrostatos ajustables y lámparas para iluminación. Los circuitos para calefacción, alumbrado y control de cada tablero deberán estar protegidos con interruptores termomagnéticos del tipo miniatura.

1.9.2 Estructuras

Cada tablero deberá ser completamente encerrado, con excepción de la base. Los paneles deberán ser conectados con pernos en su parte inferior a canales de acero que, con los demás elementos y riostras necesarios, sujetan la estructura haciéndola autosoportante. No se harán perforaciones o soldaduras para fijar alambres, resistencias u otros dispositivos, cuando tales agujeros o ataduras vayan a quedar visibles desde el frente de los tableros.

Las paredes y cubiertas deberán ser de chapa de acero laminada en frío de un espesor mínimo de 2 mm.

Las aristas verticales de los tableros no deberán tener una desviación mayor de 0.8 mm después de instalados. Las superficies planas de las caras de cualquier panel no se deberán desviar más de 1.6 mm de plano.

Los tableros deberán estar adecuadamente ventilados con ventanas o persianas. Todos los orificios para ventilación deberán tener mallas resistentes a la corrosión que eviten la entrada de insectos y roedores.

El acceso al interior de los tableros se lo hará por medio de puertas en el frente.

Las bisagras de todas las puertas deberán permitir que éstas giren por lo menos 105 grados desde la posición cerrada. Se deberán suministrar topes cuando se requiera limitar la oscilación y prevenir daños a los goznes o a equipos adyacentes.

Cada puerta deberá suministrarse con un botón de ajuste, una manilla de cromo plateado tipo "T" y con su cerradura. Todas las cerraduras tendrán llaves del mismo tipo. Se suministrarán 3 llaves para cada una de las cerraduras suministradas dentro de este contrato.

Los tableros se suministrarán con los dispositivos y pernos de anclaje que sean requeridos.

Para prevenir deflexiones, todos los dispositivos se deberán soportar por medio de ménsulas de soporte montadas interiormente o por medio de abrazaderas.

Los tableros deben presentar una apariencia nítida y uniforme.

La disposición normalizada de la fase mirando desde el frente de los paneles de los tableros deberá ser ABC de izquierda a derecha, de arriba a abajo y desde el frente hacia atrás. Las distancias eléctricas se deberán ajustar a las normas aplicables.

Los cables de fibra óptica deben estar tendidos en canaletas independientes de las usadas para los cables eléctricos.

Los cables de fibra óptica se deberán concentrar, para la distribución a los equipos de cada tablero, en una caja de un tamaño adecuado para disponer del espacio suficiente para acomodar los cables usados y los que se tienen como reserva.

Todos los hilos de fibra óptica de los cables tendidos entre casetas deben contar con terminales en sus extremos y un punto de conexión en la caja donde se concentrarán. Además se debe disponer de un número suficiente de reservas.

El color de pintura para el acabado exterior de los tableros, será definido por CNEL EP UN Sucumbíos posteriormente. EL CONTRATISTA debe suministrar una cantidad suficiente de cada color de pintura, para retoques en el sitio de instalación de los tableros.

1.9.3 Puesta a tierra

En la parte interior, y a lo largo de cada tablero se deberá colocar una barra de cobre para puesta a tierra que deberá quedar conectada por pernos al armazón de cada panel de tal manera que se obtenga un buen contacto eléctrico con el panel. Las barras deben tener una sección no menor a 25 x 6,5 mm.

Los puntos de conexión de barras y estructuras deben ser tratados de manera de evitar posibilidad de corrosión.

Las barras deben conectarse entre sí al extremo de cada tablero.

Se deberá prever en los extremos de cada conjunto de tableros, conexiones de la barra de puesta a tierra con la malla de tierra. La barra de puesta a tierra deberá tener perforaciones en cada extremo y se deberá suministrar con conectores adecuados para conectar conductores de cobre cableado, de calibre entre No. 2 a 1/0 AWG.

1.9.4 Iluminación, tomacorrientes y calefactores

El interior de cada panel deberá tener una lámpara de 120 V c. a. controlada por un interruptor. El zócalo de las lámparas deberá ser del tipo roscado Edison E 27.

Cada tablero deberá contener por lo menos un tomacorriente de 15 A 120 V c. a., para tres alambres, dos polos.

Los tableros se deberán suministrar con calefactores (a base de resistencias) en la cantidad y capacidad necesaria para minimizar la condensación en todos los compartimentos.

1.9.5 Alambrado y conexionado

Todos los cables de control y de instrumentos deberán ser de 19 hilos, monopolares de conductor de cobre, de sección no menor a 3,31 mm² (12 AWG). Los cables para circuitos de corriente deben tener una sección no menor a 5,26 mm² (10 AWG).

El aislamiento de los cables deberá ser para 600 V, propio para paneles de control, especialmente tratado y probado contra moho. El tipo de aislamiento estará sujeto a la aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos.

Los tableros deben ser cableados completamente y los cables para conexiones a otros tableros se deben llevar a borneras. Todo el cableado debe ser técnicamente desarrollado, sin empalmes y con arreglo uniforme de los circuitos. Los cables deben ser dispuestos en forma tal que se prevengan los cruces entre los haces. Los haces de cables deben ser dispuestos debidamente alineados dentro de conduletas, con ángulos de 90° cuando se requiera cambio de dirección. Todos los haces deben tener correas a intervalos iguales, en tal forma que el haz retenga su forma original en un conjunto compacto.

El cableado interno de los tableros debe hacerse en tal forma que permita un fácil acceso e intervención en labores de mantenimiento preventivo y correctivo. Cada borne deberá tener como máximo dos conductores, con sus terminales apropiados y la marcación completa en ambos lados.

Los cables que atraviesen uniones abisagradas deberán ser de tipo flexible.

No se permitirá empalmes en los alambrados y todas las conexiones se deberán efectuar en regletas o bloques terminales.

Las borneras deben ser de tipo clamp o resorte.

Los bloques terminales para los alambrados deberán ser del tipo modular, con barreras y cubiertas para 600 V y deberán tener el tamaño adecuado para conectar los cables con sus respectivos terminales. Todos los terminales para secundarios de transformadores de corriente deberán ser del tipo cortocircuitable y seccionable. Todos los terminales para secundarios de voltaje deberán ser del tipo seccionable. Se incluirá por lo menos un 10% de terminales de reserva y como mínimo un bloque extra de 12 terminales para cada tablero.

Cada cable se deberá identificar por medio de tarjetas individuales. **A responsabilidad del contratista.**

Se deberán usar terminales de ojo para los cables. Todos los pernos de los terminales deberán tener tuercas de contacto y arandelas.

Las regletas terminales entre paneles se deberán usar para interconectar los alambrados entre paneles adyacentes.

Cuando se requiera cable del tipo flexible para las conexiones entre paneles estacionarios y paneles abisagrados o puertas abisagradas, se deberán prever regletas terminales a ambos lados de la bisagra.

Deben disponerse los medios necesarios y adecuados para sujetar los cables desde la entrada, a las regletas terminales.

Las regletas terminales se deberán suministrar con marcas permanentes por medio de inscripciones numéricas, correspondientes a las que aparecen en los diagramas de alambrado. Se deberá prever espacio para inscripciones hechas por el contratista e indicadas y aprobadas por CNEL EP UN Sucumbíos.

En lo posible, todos los alambrados se deberán instalar en ductos o bandejas. Los alambrados expuestos se deberán usar al mínimo y cuando se usen, se deberán formar grupos planos compactos, unidos entre sí y adecuadamente soportados. Los grupos de cables expuestos deberán correr en forma rectilínea tanto horizontal como verticalmente con curvas en ángulo recto de radio pequeño. Cada cable deberá ser protegido cuando deje un canal o un ducto. Los soportes para los alambrados deberán ser de un material a prueba de moho.

1.9.6 Placas de identificación

Las placas de identificación deberán ser hechas de láminas plásticas de aproximadamente 2.0 mm de espesor, con letras blancas y fondo negro.

El equipo del tipo extraíble deberá tener placas de identificación, montadas en el equipo removible, en una posición visible cuando el equipo esté puesto en su lugar y además en el tablero mismo.

Las placas de identificación se deberán sujetar a los paneles mediante tornillos.

Ejemplos de las placas de identificación se deberán enviar para la aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos.

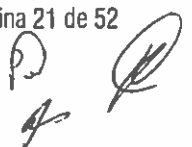
Se deberán usar placas de identificación pequeñas para identificación de los dispositivos y placas más grandes para identificación de los paneles.

Todas las placas de identificación deberán estar grabadas en idioma español, para lo cual EL CONTRATISTA deberá enviar el listado de las mismas para revisión y aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos.

EL CONTRATISTA suministrará el 10 % de placas de identificación en blanco, para grabado en el sitio, incluyendo los tornillos para montaje.

1.10 Requisitos y características de montaje de equipos

EL CONTRATISTA deberá proveer personal especializado y competente para efectuar el montaje del sistema de supervisión y control, el cual deberá empezar una vez finalizadas las obras civiles principales. EL



CONTRATISTA deberá instalar todos los equipos y materiales que conforman el sistema de acuerdo con los planos y especificaciones contenidas en este documento, y las instrucciones de CNEL EP UN Sucumbios.

Al inicio de los trabajos, EL CONTRATISTA deberá verificar las condiciones de la infraestructura disponibles y requeridas para el montaje de los equipos. En caso de requerirse modificación alguna de obra civil para la fijación de las cabinas, será responsabilidad del contratista y deberá ser aprobado por CNEL EP UN SUCUMBIOS. El monto por obra civil adicional, no será reconocido por CNEL EP UN SUCUMBIOS, por lo que el contratista deberá incluir estos costos dentro de la oferta presentada.

EL CONTRATISTA, será responsable del recibo, descargue y almacenamiento de los equipos. Igualmente, será responsable del examen y verificación en el sitio del proyecto, del buen estado de los equipos y materiales que formen parte del suministro, antes de ser instalados, para determinar oportunamente si requieren alguna reparación.

EL CONTRATISTA será responsable de la reposición de partes o equipos perdidos o que hayan sufrido daño en el transporte o almacenamiento.

El montaje deberá incluir las siguientes actividades: ensamble e instalación de los componentes en el sitio definitivo; alineamiento, nivelación y fijación de gabinetes, armado, ajustes y verificaciones de los módulos y partes de ensamble, instalación y conexionado de partes y equipos.

El montaje de los equipos se deberá realizar de acuerdo con las especificaciones, planos, procedimientos e instrucciones de montaje suministrados por EL CONTRATISTA y aprobados por CNEL EP UN Sucumbios para tal propósito.

EL CONTRATISTA deberá suministrar cualquier accesorio que requiera para realizar el montaje de todos los equipos del sistema supervisión, control, protecciones y medida. Adicionalmente, ELCONTRATISTA deberá tener en cuenta que para el montaje de los equipos se requieren los siguientes elementos:

- Patchcords y pigtails
- Bandejas y tuberías
- Acometida de alimentación a los equipos
- Interruptores termomagnéticos dimensionados adecuadamente Accesorios de fijación y amarre (en los recintos)
- Cableado de tierra (cable verde/amarillo 6 AWG) desde las cajas o barras disponibles en los sitios
- Conectores adecuados a los cables que utilice en la implementación de los enlaces
- Marquillado de los cables, bandejas y canalizaciones
- Equipos de prueba de los diferentes enlaces y de los servicios dispuestos en cada terminal
- Tornillería adecuada a los racks que se dispongan
- Organizadores de cables

El cableado del sistema se deberá instalar en tramos continuos. No se permitirán empalmes intermedios dentro de los ductos. Si las condiciones de tendido hacen necesario la instalación de empalmes, estos deberán ser aprobados por CNEL EP UN Sucumbios antes de ser elaborados y en este caso se usarán elementos apropiados y normalizados.

Todas las conexiones de elementos de salida deben quedar sólidamente fijadas con los tornillos bien apretados. Los conductores no deberán causar esfuerzos sobre el punto de conexión.

Todos los cables deberán ser conectados a los equipos y/o borneras por medio de terminales apropiados para los equipos y tipo de conductores. La instalación de los terminales se deberá hacer de acuerdo con las prácticas más recientes y de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Se deberán usar las herramientas apropiadas para la fijación de las terminales. La instalación de los cables incluirá todos los terminales, las marquillas y el conexionado.

La infraestructura y elementos para el montaje y tendido de los cables se incluyen como parte del SAS de la subestación. EL CONTRATISTA deberá verificar las condiciones existentes y complementar con los materiales que se requieran.

Para la integración de los demás patios (diferentes al patio de 69 kV), EL CONTRATISTA tendrá la responsabilidad de dimensionar los cables según el recorrido, tomando la información de los planos de planta de la subestación. Los planos de estos patios los deberá solicitar al suministrador de los equipos de estos patios, en coordinación con CNEL EP UN Sucumbíos.

Todos los materiales deberán considerarse incluidos dentro del suministro de EL CONTRATISTA, sin que se genere extra costo para CNEL EP UN Sucumbíos.

1.11 Pruebas del sistema de automatización de la subestación

Todos los equipos, materiales y software suministrados con el SAS deberán estar sujetos a las pruebas de aceptación. CNEL EP UN Sucumbíos será testigo de todos los trabajos y procedimientos asociados con la ejecución de las pruebas. Las pruebas de aceptación incluirán tanto pruebas estructuradas como no estructuradas. El objetivo de las pruebas de aceptación es determinar el cumplimiento de cada aspecto del sistema que ha sido contratado.

1.11.1 Plan y procedimientos de pruebas de aceptación

El plan de pruebas de aceptación deberá incluir todas las pruebas que demuestren el cumplimiento de las funciones, disponibilidad, desempeño, software, hardware, comunicaciones, interfaces de usuario y demás aspectos del SAS descritos en estas especificaciones. Toda la documentación deberá estar aprobada por la CNEL EP UN Sucumbíos antes de realizar cualquier prueba.

EL CONTRATISTA deberá desarrollar y documentar apropiadamente el plan de pruebas de aceptación del sistema de control de la subestación e incluir los procedimientos de pruebas preliminares internas (pre-FAT), pruebas de aceptación en fábrica (FAT) y pruebas de aceptación en sitio (SAT). Cada procedimiento de prueba deberá ser diseñado de tal forma que la CNEL EP UN Sucumbíos pueda avalar los requisitos de la regulación vigente y de las normas técnicas; por ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta tensión como de los sistemas de protección y control y que cumplen con la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

El plan de pruebas y los procedimientos de pruebas deberán someterse a aprobación de la CNEL EP UN Sucumbíos antes de realizar las pruebas.

1.11.2 Pruebas de aceptación en fábrica

El SAS no deberá ser despachado desde la fábrica hasta que la CNEL EP UN Sucumbíos dé la aprobación, debido a que el sistema ha pasado satisfactoriamente las Pruebas de Aceptación en Fábrica.

El objetivo de estas pruebas será verificar que el hardware y software esté siendo probado y se cumplan los requisitos especificados. Las pruebas deberán verificar el desempeño y la integridad funcional del sistema, e incluir las interfaces entre los subsistemas y demostrar la operación de los subsistemas como un sistema completamente integrado.

Las pruebas deberán dividirse en dos etapas: en la primera llamada pruebas pre FAT se deberá realizar la integración de todos los equipos del suministro, la verificación de todas las conexiones de redes y resistencia a las condiciones ambientales, y todas las pruebas necesarias para implementar el sistema suministrado. Posteriormente se deberá realizar la etapa de pruebas FAT, donde se deberá probar la funcionalidad del sistema suministrado en conjunto, a través de las interfaces requeridas por el SAS y por sistemas suministrados por otros, como protocolos de recepción y operación.

EL CONTRATISTA deberá notificar oficialmente a la CNEL EP UN Sucumbíos la fecha de inicio de las pruebas, las cuales deberán ser supervisadas por la persona que EL CONTRATISTA designe como Director o

responsable de estas. La CNEL EP UN Sucumbíos participará activamente en su ejecución y evaluará los resultados de las pruebas. Cada protocolo de prueba deberá ser firmado por la CNEL EP UN Sucumbíos y EL CONTRATISTA.

El programa de pruebas deberá considerar el tiempo suficiente para que la CNEL EP UN Sucumbíos pueda verificar o ejecutar de pruebas adicionales no estructuradas, la Interventoría podrá programar pruebas no estructuradas en cualquier momento, previo acuerdo con EL CONTRATISTA.

Para las pruebas en fábrica, EL CONTRATISTA debe considerar la asistencia de 4 personas de CNEL EP UN Sucumbíos durante el tiempo que se requiera y aprobado por CNEL EP UN Sucumbíos.

Durante las pruebas en fábrica se deberá tener disponible en el sitio de pruebas toda la documentación del sistema de control, incluyendo documentos de diseño, manuales de operación y mantenimiento, procedimientos de prueba y plan de pruebas.

1.11.2.1 Pruebas pre-FAT

En esta etapa se deberán probar completamente las interfaces con el usuario, la base de datos y funciones. Se deberá demostrar el desempeño del sistema a través de pruebas de tiempo de respuesta de la IHM, de programas de aplicación, capacidad de reservas, utilización de entradas/salidas y manejo y procesamiento de alarmas.

EL CONTRATISTA deberá incluir como mínimo las siguientes pruebas pre-FAT:

- Pruebas de inspección visual e inventario detallado del hardware y software a ser suministrado: Estas pruebas deberán verificar que el sistema incluye todos los componentes requeridos, que estos están adecuadamente configurados y que todos los equipos, cables y conectores están correctamente rotulados de acuerdo con la documentación.
- Verificación de las capacidades de actualización y expansión: estas pruebas verificarán que el SAS satisface los requerimientos de actualización y expansión especificados.
- Pruebas de diagnóstico de hardware: estas pruebas consistirán en la ejecución de los programas de diagnóstico de hardware incluidos en el SAS.
- Pruebas de interfaz y comunicaciones: estas pruebas verificarán la operación correcta de todas las funciones de adquisición de datos, comunicaciones y manejo de datos. Esto incluye la prueba de la integración del SAS con los sistemas remotos y otros interfaces requeridos por el SAS.
- Herramientas de desarrollo de software: estas pruebas verificarán que estén incluidas y funcionando correctamente todas las herramientas de desarrollo, configuración y parametrización del software, software de diagnóstico y herramientas de depuración del sistema, incluyendo las interfaces de usuario (IU local e IHM) y la base de datos.

1.11.2.2 Pruebas FAT

EL CONTRATISTA deberá incluir como mínimo las siguientes pruebas FAT:

- Verificación de toda la funcionalidad requerida del SAS.
- Verificación de que todo el software haya sido dimensionado correctamente.
- Verificación de la correcta adquisición, procesamiento y almacenamiento de los datos de entrada y verificación de protocolos e intercambio de datos con todos los subsistemas externos que tienen interfaz con el SAS. EL CONTRATISTA deberá proporcionar simulaciones apropiadas de los sistemas externos.
- Verificación de todas las funciones de las interfaces de usuario.
- Verificación de la operación correcta de los componentes de la red de control como un sistema integrado mediante procedimientos de diagnóstico.
- Verificación de las capacidades de desarrollo del sistema y de las aplicaciones, incluyendo manejo de la configuración del software, desarrollo del interfaces de usuario (IU local e IHM), definición de eventos y alarmas.
- Verificación de las capacidades de mantenimiento del software.

- Verificación de las capacidades de diagnóstico y mantenimiento de los enlaces de comunicación de datos.
- Verificación de las capacidades de diagnóstico y mantenimiento del hardware.
- Pruebas de robustez: verificación de la respuesta correcta del sistema a por lo menos las situaciones anormales de cada parte del sistema.
- Verificación de los esquemas de redundancia y recuperación ante fallas del SAS para por lo menos las siguientes situaciones:
 - Intercambio de información entre procesadores.
 - Modos de recuperación ante fallas.
 - Re-arranques del sistema.
- Verificación de la operación segura y el acceso al sistema incluyendo:
 - Capacidades de detección de errores de comunicación.
 - Operación correcta de los procedimientos de comandos "Seleccionar antes de operar".
 - Protección contra accesos no autorizados al SAS y a las funciones de control.
- Verificación que los cambios de la hora del sistema, en el momento de cambios horarios, no impedirán la operación correcta del SAS y que este pueda manejar correctamente el inicio de un nuevo día, mes y año, así como las fechas en los años bisiestos.
 - Verificación de la capacidad de respaldo automático del sistema.

1.11.3 Pruebas de desempeño del sistema

Estas pruebas deberán verificar que se cumplan los requisitos de desempeño especificados para el SAS.

EL CONTRATISTA deberá proporcionar la simulación, cuando sea necesario, para crear las condiciones operativas requeridas para la prueba. La memoria de reserva especificada deberá ser eliminada o colocada como no disponible antes de la ejecución de la prueba de desempeño del sistema.

Estas pruebas deben incluir la verificación de los tiempos de repuesta especificados. Para esta prueba EL CONTRATISTA deberá suministrar e implementar en el sistema los elementos requeridos que permitan verificar el cumplimiento de estos tiempos.

Las siguientes condiciones generales se deberán aplicar a la prueba de desempeño:

- Se deberá incluir todo el software de soporte necesario para ejecutar las pruebas de desempeño para diferentes niveles de actividad de los sistemas. Esto significa que los requisitos de desempeño no deberán limitarse debido a la ejecución de dicho software de soporte o por cualquier otra razón.
- La ejecución de las pruebas de desempeño deberán ser automatizadas tanto como sea posible de forma tal que las pruebas puedan ser reproducidas. Será responsabilidad de EL CONTRATISTA ejecutar, monitorear y medir los resultados de las pruebas y proporcionar reportes de pruebas para dar prueba de que los requisitos de desempeño fueron cumplidos.

EL CONTRATISTA no deberá ejecutar ninguna actividad de desarrollo o modificación al software aparte de las requeridas por los procedimientos de las pruebas en fábrica.

1.11.4 Pruebas de aceptación en sitio

Para las pruebas en sitio, EL CONTRATISTA deberá considerar la participación de al menos dos especialistas de su empresa: uno para el sistema de control y uno para los IEDs de protección, durante un tiempo adecuado para el efecto. Cabe indicar que parte de la puesta en servicio es la comunicación entre el SAS de la subestación y los centros de control de CNEL EP UN Sucumbíos, CELEC EP - TRANSELECTRIC y el GENACE.

EL CONTRATISTA será responsable por el arranque de cada uno de sus sistemas y de todos los equipos suministrados. Las siguientes son las responsabilidades de EL CONTRATISTA:

- Inspeccionar la instalación correcta del SAS.

- Energización del SAS y ejecución de diagnósticos para verificar la operación correcta de todo el hardware.
- Cargar y configurar el software, configurar el software de aplicación y generar y configurar la base de datos.
- Activar las comunicaciones con los subsistemas externos que tienen interfaz con el SAS.
- Chequear la operación del SAS y asegurar que esté listo para la prueba de aceptación en sitio (SAT).
- Sintonizar o inicializar cualquier aplicación según sea necesaria.

Después de la instalación, integración de partes y elementos, y pruebas preliminares de los equipos, EL CONTRATISTA deberá ejecutar una prueba de aceptación en sitio para todo el sistema. Las funciones y características incluidas en esta prueba deberán ser las mismas de la prueba de aceptación en fábrica, considerando que el sistema estará conectado al proceso supervisado y controlado y deberá cumplir con los requisitos que se describen a continuación.

Cualquier dificultad encontrada durante el desarrollo de la prueba deberá ser justificada y corregida por EL CONTRATISTA sin ningún costo adicional para CNEL EP UN Sucumbíos.

El equipo suministrado por EL CONTRATISTA deberá ser sometido a inspección y pruebas en el campo para su aceptación. Para esta prueba EL CONTRATISTA deberá indicar sus recomendaciones y condiciones en las instrucciones de montaje, las cuales serán aprobadas por CNEL EP UN Sucumbíos.

Las pruebas en campo deberán ser programadas en coordinación con CNEL EP UN Sucumbíos, por EL CONTRATISTA.

EL CONTRATISTA será responsable de todos los posibles daños que puedan ocurrir al equipo, durante la realización de las pruebas en campo, a causa de fallas que le sean imputables al personal de EL CONTRATISTA.

EL CONTRATISTA será responsable del desarrollo de los procedimientos de prueba. Estos documentos deberán ser enviados a CNEL EP UN Sucumbíos para su aprobación.

1.11.4.1 Inspección final

Después de terminado el montaje y antes de proceder a las pruebas, EL CONTRATISTA y representantes de CNEL EP UN Sucumbíos efectuarán una inspección final detallada de todo el equipo para determinar, como mínimo, los detalles indicados en este documento. La inspección final deberá verificar:

- La condición general de todas las partes suministradas por EL CONTRATISTA.
- La adecuada reparación de cualquier daño al equipo durante el transporte o el manejo.
- La adecuada instalación de todas las partes de acuerdo con las instrucciones de instalación de EL CONTRATISTA.
- El cumplimiento de todas las tolerancias y ajustes especificados por las instrucciones o planos aprobados de instalación.
- La efectiva realización de todas las operaciones de limpieza y enjuague, y la ausencia de objetos extraños en las partes.
- La apropiada instalación y operación en las pruebas de todas las previsiones y mecanismos de seguridad.
- La aplicación adecuada y pruebas de los recubrimientos con pintura para protección.

Después de estas revisiones finales, y del registro claro en el reporte de inspección del estado y condición, posición, alineamiento, valores de ajuste y aspectos importantes de las partes, los representantes de CNEL EP UN Sucumbíos darán permiso para efectuar las pruebas.

Cualquier dificultad encontrada durante el desarrollo de las pruebas deberá ser justificada y corregida por EL CONTRATISTA sin ningún costo adicional para CNEL EP UN Sucumbíos.

1.11.4.2 Instrumentos, elementos y equipos para las pruebas

EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los instrumentos, las herramientas especiales, los elementos y el equipo que sea necesario para las pruebas en el sitio. EL CONTRATISTA deberá enviar un informe con el registro y análisis de los resultados, como se establece en estas especificaciones.

Todos los gastos por transporte, seguros, transacciones de importación, despacho, reexportación, impuestos y otros costos inherentes al suministro y uso de los instrumentos, herramientas especiales, elementos y equipo para las pruebas en campo deberán ser asumidos por EL CONTRATISTA.

Todos los instrumentos usados por EL CONTRATISTA para pruebas de cualquier equipo, deberán ser mantenidos válidamente calibrados para aceptación. EL CONTRATISTA deberá enviar a CNEL EP UN Sucumbíos copias de las certificaciones de la calibración de cada instrumento.

1.11.4.3 Programa de pruebas

EL CONTRATISTA deberá suministrar cuatro copias del programa detallado de pruebas, para aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos, a más tardar 60 días calendario antes de que el equipo esté listo para su inspección final. Este programa deberá definir claramente la metodología de prueba y describir las preparaciones necesarias para facilitar la recolección de datos, tales como puntos de medición con todos los dispositivos de seguridad y auxiliares, incluyendo métodos detallados para el cálculo de resultados, si se requiere.

Todas las provisiones requeridas para conectar al equipo los instrumentos o dispositivos de medición o registro de datos, deberán ser seleccionadas y suministradas por EL CONTRATISTA, y deberán ser consideradas durante el envío de planos y la fabricación.

1.11.5 Prueba de disponibilidad

Después de terminadas las pruebas de aceptación en sitio, EL CONTRATISTA deberá realizar la prueba de disponibilidad de los equipos bajo su suministro.

Para la prueba de disponibilidad se aplicarán las siguientes definiciones:

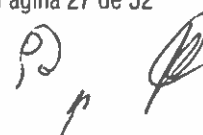
- Tiempo de no-operación: es cualquier tiempo durante el período de prueba en el cual el sistema no es capaz de realizar todas las operaciones críticas.
- Tiempo de operación: es cualquier tiempo donde el sistema realiza todas las funciones críticas esperadas.
- Tiempo de espera: es cualquier tiempo diferente al tiempo de no-operación y de operación, según acuerdo entre CNEL EP UN Sucumbíos y EL CONTRATISTA.
- Disponibilidad: es la condición del sistema en la que éste realiza todas las funciones críticas.
- Tiempo total: es la suma del tiempo de no-operación y el tiempo de operación.

La prueba de disponibilidad deberá durar 90 días (2160 horas). Si la disponibilidad requerida no se logra al final de los 90 días, EL CONTRATISTA deberá reprogramar la iniciación de la prueba y continuarla hasta que las 2160 horas consecutivas se acumulen y la disponibilidad requerida se logre. Si en cualquier momento es necesario reiniciar la prueba, EL CONTRATISTA deberá tomar acciones correctivas sobre las condiciones que causaron que no se llegara a la disponibilidad requerida.

EL CONTRATISTA deberá suministrar un análisis completo de disponibilidad incluyendo un modelo representativo y justificando los datos de mantenimiento de cada elemento del modelo. Este análisis deberá actualizarse cada vez que se efectúe un cambio significativo en la configuración del sistema.

La disponibilidad estará definida como se plantea a continuación:

$$D = \frac{\text{TiempoTotal} - \text{Tiempo de no Operación}}{\text{TiempoTotal}} * 100\%$$



El sistema será considerado en no-operación cuando ocurra lo siguiente:

- EL CONTRATISTA y/o CNEL EP UN Sucumbíos determina(n) que una de las funciones en línea críticas es inservible. Inservible debe considerarse como inoperable continuamente o que es funcional intermitente.
- Cuando una función en línea crítica es interrumpida para mover algún equipo para mantenimiento preventivo o correctivo.

La acumulación del tiempo de no-operación cesará cuando:

- Todas las funciones en línea críticas vuelvan a usarse y se restablezca todo el servicio del sistema.
- Cuando EL CONTRATISTA y el representante de CNEL EP UN Sucumbíos acuerden que el sistema es operacional.

La prueba se considerará terminada cuando durante el tiempo indicado se obtenga una disponibilidad del 99,9 %.

1.11.6 Aprobación de las pruebas

Se deberá realizar un informe completo de todos los resultados de las pruebas que registre los procedimientos realizados, los resultados obtenidos, las variaciones y las correcciones realizadas. En caso de que el SAS no pase exitosamente alguna parte de las Pruebas de Aceptación, EL CONTRATISTA deberá corregir oportunamente la deficiencia, la cual deberá ser aprobada nuevamente.

1.12 Documentación del SAS

La documentación a ser suministrada por EL CONTRATISTA para el sistema deberá permitir al personal de CNEL EP UN Sucumbíos, operar, mantener e implementar sus expansiones así como realizar todo tipo de modificaciones futuras.

EL CONTRATISTA deberá suministrar tres copias de todos los documentos del sistema de control, en medio impreso y en medio magnético a CNEL EP UN Sucumbíos.

EL CONTRATISTA deberá someter a aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos el material y calidad de los documentos, copias de planos y en general de toda la información que suministre, así como el medio como entregará la versión definitiva de los planos y documentos en su versión "As-Built" (según lo construido).

Una vez firmado el contrato, para toda la documentación del sistema regirá el concepto de documentación abierta, esto es, no existirá ninguna documentación del suministro del sistema que contenga protecciones legales de derechos para su acceso a la información. Los textos deberán ser específicos, concisos y con terminología clara, para que puedan ser fácilmente comprendidos por el personal especialista involucrado en la operación, el mantenimiento y la programación del sistema.

EL CONTRATISTA será responsable del suministro de una documentación orgánica y deberá tomar a su cargo la corrección de cualquier omisión, deficiencia o error en la misma, ya sea por falta de actualización o por errores de confección o diseño.

La enumeración de documentos a suministrar que se requiere en este capítulo no es limitante, pudiendo CNEL EP UN Sucumbíos requerir otra documentación adicional si lo juzgare conveniente durante el período de garantía sin costo adicional.

EL CONTRATISTA deberá responder con celeridad a toda solicitud de información o aclaración y deberá estar dispuesto a reunirse con CNEL EP UN Sucumbíos sus representantes cuando las circunstancias lo requieran. A dicha reuniones, cuya fecha y lugar se decidirán de común acuerdo entre las partes, deberán asistir tanto los especialistas técnicos como el Director del Proyecto de EL CONTRATISTA.

1.12.1 Información a ser incluida en la oferta

El Oferente deberá incluir toda la documentación requerida para la operación, mantenimiento y operación del sistema. En la propuesta se deberá incluir la siguiente información y documentación:

1.12.1.1 Documentación de hardware

El Oferente deberá incluir una descripción detallada de los equipos y accesorios que componen el SAS.

1.12.1.2 Documentación de parámetros

La siguiente información deberá ser incluida:

- Lista de las versiones de software del sistema de control.
- Lista de los equipos del sistema de control, y las funciones incluidas en cada uno.
- Parametrización de los equipos de red: switches y firewall.
- Información respecto de las herramientas de configuración y mantenimiento.
- Información respecto al sistema operativo y base de datos utilizada
- Presentación de las funciones del SAS

1.12.1.3 Documentación general

Documentación estándar

El Oferente deberá incluir la descripción y características de todos los componentes del proyecto, la documentación deberá incluir:

- Copias certificadas de los reportes de pruebas prototipo realizadas en dispositivos idénticos a los ofrecidos.
- Documentación de los equipos
- Manuales de configuración de los equipos
- Descripción del sistema
- Descripción de funciones
- Manuales de operación
- Manuales de configuración
- Programas de mantenimiento

Documentación específica del proyecto

La descripción específica debe contener todos los parámetros específicos necesarios para el diseño y puesta en operación del sistema de comunicaciones entre las subestaciones .

1.12.1.4 Información adicional

Adicionalmente El Oferente deberá incluir:

- Listas de referencias de suministros similares a los que se ofrece en la propuesta, con indicación de la fecha de suministro.
- Lista de repuestos incluyendo cantidad y precio.
- Características técnicas garantizadas utilizando las tablas del capítulo 3.16.

1.12.2 Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato

1.12.2.1 Normas

La elaboración de los planos y documentos, según se aplique, se debe realizar de acuerdo con lo establecido las siguientes normas en su última versión:

- IEC 61082: "Preparation of documents used in electrotechnology"
- IEC 61175: "Designations for signals and connections"
- IEC 61346: "Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations"
- IEC 60617: "Graphical Symbols for Diagrams"

1.12.2.2 Guía para la elaboración y lectura de planos

Se debe suministrar una guía para elaboración y lectura de planos, en la cual se muestren claramente los siguientes aspectos:

- Simbología.
- Nomenclatura.
- Información genérica en los planos.
- Guías para la interpretación de los diagramas de principio, de circuito y de localización.

1.12.2.3 Documentación de diseño

Esta documentación deberá permitir realizar el seguimiento de las labores de diseño de EL CONTRATISTA y establecer el cumplimiento de las especificaciones funcionales. Esta documentación estará compuesta como mínimo por:

- Guía para la elaboración y lectura de planos.
- Lista de señales.
- Diagramas funcionales.
- Diagramas de circuito.
- Diagramas de localización.
- Tablas de cableado.
- Plan de pruebas.
- Protocolos de pruebas.

1.12.2.4 Lista de señales

EL CONTRATISTA deberá entregar la lista de señales del sistema de control de la subestación identificando claramente las señales que son adquiridas a través de los IED.

Este documento deberá contener para cada señal como mínimo los campos definidos a continuación:

- Nivel de tensión.
- Campo o bahía.
- Identificación del elemento o equipo que genera la señal.
- Tipo de señal: Disparo, alarma, indicación, comando, falla del SISTEMA DE CONTROL, entre otros.
- Descripción de la señal.
- Modo de adquisición de la señal (convencional o mediante enlace serial).
- Indicación si va o no a la lista de alarmas.
- Prioridad asignada en la lista de alarmas.
- Límites de alarma para las variables análogas.

- Unidades de ingeniería para las variables análogas.
- Indicación de si va o no los centros de control remotos.
- Todos los parámetros de direccionamiento de la señal para el envío a los centros de control remotos.

1.12.2.5 Diagramas funcionales

EL CONTRATISTA deberá presentar la información detallada de diseño de las funciones de control y supervisión que serán realizadas por el sistema de control de la subestación, en cada uno de sus niveles de control. Como mínimo deberá contener la siguiente información:

- Diagramas de selección de los modos de operación.
- Diagramas lógicos de enclavamientos para cada uno de los equipos de maniobra de la subestación.

1.12.2.6 Diagramas de circuito

Los diagramas de circuito deben tener todos los desarrollos secuenciales que sean necesarios para permitir un perfecto entendimiento de la interconexión y el funcionamiento de los equipos que serán suministrados, así como mostrar su composición con sus diferentes partes o módulos, indicando claramente las conexiones y enlaces entre ellos y los interfaces entre equipos y sistemas de la subestación, permitiendo realizar el seguimiento y análisis de los circuitos de control.

Además se deben mostrar todos los terminales de reserva, contactos de relés, ubicación en gabinetes o equipos, borneras, identificación, entre otros. Como parte de los diagramas de circuito se debe adicionar al final de éstos, una lista completa de cada uno de los equipos relacionados, indicando su ubicación e identificación dentro de los diagramas y el fabricante con su referencia respectiva.

Los diagramas de circuito deben elaborarse con las siguientes características:

- Sistema de referencia de red, usando referencias con números de hoja y designación de columna (Ver publicación IEC 61082, partes 1 y 2).
- Identificación de ítems usando la designación funcional (Ver publicación IEC 61346, partes 1 y 2).

1.12.2.7 Diagramas de localización

Los diagramas de localización deben contener información detallada sobre la referencia del fabricante y localización de componentes externos e internos del equipo principal y auxiliar, como borneras, unidades enchufables, subconjuntos, módulos, entre otros, y deben incluir la misma designación del ítem que se usa en los diagramas de circuito y tablas donde son relacionados.

También se debe suministrar un diagrama de disposición física de borneras (tabla de borneras) en donde se indique el tipo de borneras, las conexiones internas y externas y los puentes entre éstas.

Este documento deberá contener también la información correspondiente a los detalles de anclaje de los gabinetes y de las consolas de operación, recomendaciones para su fijación y detalles de acceso de los cables.

A la fecha de entrega de este documento se deberá haber suministrado la información técnica detallada de todos los componentes y elementos del sistema.

1.12.2.8 Tablas de cableado

Estas deben incluir como mínimo la siguiente información:

- Tabla de cableado externo: Esta tabla debe relacionar cada uno de los cables de conexión externa que requieran ser tendidos en la subestación para la conexión entre los equipos suministrados, el SAS y los demás equipos de la subestación suministrados por otros, para los cuales se indicará el tipo de cable, el equipo de salida y el equipo de llegada.

- Tablas de cableado interno: Estas tablas deben relacionar todas las conexiones internas realizadas dentro de cada unidad (gabinete, caja terminal, etc.) del sistema de control de la subestación conforme a los diagramas de circuito.

En ellas se debe indicar el calibre y la marcación del conductor, el punto de salida y el punto de llegada, así como su ubicación dentro de los diagramas de circuito.

Las tablas de cableado deben usar marcación dependiente del extremo local.

1.12.2.9 Especificaciones funcionales

Las especificaciones funcionales del SAS de la Subestación, que hacen parte del suministro, tienen por objeto establecer lo más temprano posible la definición detallada de los sistema a suministrar por EL CONTRATISTA, de manera que refleje y concilie los requerimientos planteados en las especificaciones técnicas de contratación, la propuesta presentada por EL CONTRATISTA y los acuerdos alcanzados durante la etapa de negociación.

Las especificaciones funcionales una vez aprobadas constituirán la caracterización final del sistema en la cual todos los elementos tales como equipos ("hardware"), programas ("software"), cronogramas, pruebas, serán definidos en detalle, en términos precisos y de común acuerdo.

La preparación de las especificaciones funcionales deberá concluir con un documento que permita en lo posible eliminar cualquier tipo de dudas o interpretaciones y que elimine en lo posible la necesidad de referirse a las especificaciones o a la propuesta.

Todos los cambios aprobados por CNEL EP UN Sucumbíos en el alcance o en la definición del sistema a suministrar, deberán reflejarse en el documento mediante adendas o revisiones.

Como mínimo las especificaciones funcionales deberán contemplar los siguientes temas:

- Visión general del proyecto
 - Alcance del sistema
 - Normatividad
 - Protocolos
 - Arquitectura del sistema de automatización de la Subestación
 - Funciones requeridas
 - Diagramas de bloques
- Implantación del sistema
 - Cronograma y plan de trabajo
 - Lista de documentación
 - Repuestos
 - Filosofía de las pruebas
 - Mantenimiento y garantía
 - Programa de capacitación
- Funcionamiento del sistema
 - Cálculo de la disponibilidad y la confiabilidad del sistema tanto para nivel 1 como a nivel 2 como a nivel global
 - Mantenimiento
 - Tiempos de respuesta
 - Dimensionamiento del sistema
 - Condiciones de operación
 - Cargas del sistema
 - Funcionamiento de los programas de aplicación
- Soporte del sistema
 - Entrenamiento

- Mantenimiento
- Herramientas y equipo de pruebas
- Garantías
- Definiciones funcionales y lista de materiales
 - Sistemas de transmisión de datos
 - Sistemas y equipos programables
- Programas ("Software") - definición del diseño, alcance, funciones, dimensionamiento e interrelación de los siguientes programas:
 - Sistemas operativos
 - Autodiagnóstico
 - Control de tráfico de datos, interfaces y periféricos
 - Comunicaciones
 - Compiladores
 - Ensambladores
 - Editor
 - Arranque del sistema, manejo de fallas y reinicio del sistema
 - Base de datos
 - Despliegues gráficos y de datos
 - Registros y manejo de alarmas
 - Reportes y estadísticas
 - Programas de aplicación en la IHM de nivel 2 para supervisión y operación
 - Funciones de mantenimiento

1.12.2.10 Especificaciones de diseño de los equipos

EL CONTRATISTA deberá incluir todos los planos, esquemas, diagramas y especificaciones de todos los equipos objeto del suministro, los cuales deberán ser enviados a CNEL EP UN Sucumbíos para su revisión y aprobación.

Los diagramas y planos, que como mínimo se deberán incluir, serán los siguientes:

- Diagrama de bloques general del sistema mostrando cada uno de los subsistemas y la interrelación existente.
- Diagrama de bloques por subsistema mostrando los principales componentes y su interrelación.
- Planos de detalle de cada equipo indicando dimensiones, con lista detallada de elementos, incluyendo los requerimientos de montaje.
- Diseños completos de fabricación de cada tablero, mostrando sus dimensiones, pesos, ubicación de puertas y localización de todos los dispositivos.
- Disposición de equipos para cada uno de los sitios de instalación, mostrando dimensiones e indicando requerimientos de espacios libres, energía, ventilación y todos los requerimientos necesarios que aseguren que los equipos son adecuados para la instalación en el sitio respectivo.
- Diagramas esquemáticos de corriente continua y alterna, de cada panel, mostrando las interconexiones con los otros paneles y con los equipos de patio (interruptores, seccionadores, TCs, TPs, etc.).
- Diagramas trifilares de corriente alterna para cada panel, mostrando las interconexiones con los otros paneles, y con los equipos de patio.
- Diagramas y listas de cableado y conexión de cada tablero, mostrando todas las conexiones desde las regletas terminales hasta todos los dispositivos dentro del tablero y desde las regletas terminales hasta todos los equipos y tableros externos (CNEL EP UN Sucumbíos proporcionará información respecto de los equipos de patio, necesaria para este diseño).
- Diagramas lógicos, esquemáticos y funcionales de cada equipo.
- Esquemas de desarrollo de contactos de relés, conmutadores y equipos con la utilización y el plano en que aparecen.

- Señales a ser programadas en la lista de eventos del sistema, con los textos que se mostrarán en los HMIs.
- Señales a ser programadas en la lista de alarmas del sistema, con los textos que se mostrarán en los HMIs.
- Diseño de despliegues a ser mostradas en los HMIs (típicos).
- Lista de las entradas (digitales y analógicas) y salidas de cada IED y su uso (incluidas las que se tienen como reserva).
- Lógicos de enclavamientos a ser implementados para el control de los equipos de las bahías.
- Características mecánicas y eléctricas de todos los componentes.
- Lista de materiales y de las placas de identificación de cada tablero.
- Dimensiones de embalaje.
- Detalles internos de los equipos y de los componentes a ser instalados.
- Valores nominales de diseño de los IEDs y RAP's y equipos auxiliares, con sus características, así como el procedimiento para calcular las calibraciones de los IEDs y RAP's.
- Cálculo de alimentadores de corriente alterna y continua para los tableros y sus componentes en base a las cargas nominales.
- Requerimientos específicos para las alimentaciones de corriente alterna y corriente continua (incluidas las tolerancias máximas permitidas).
- Manuales de instalación, operación, mantenimiento de los tableros y sus componentes.
- Cálculo de la capacidad del inversor para alimentación del sistema.

1.12.2.11 Especificaciones de diseño de los programas

Estas especificaciones deberán incluir una descripción completa y comprensiva de los programas diseñados o modificados por EL CONTRATISTA o suministrados por éste, bajo la licencia de otros, de tal forma que le permita a CNEL EP UN Sucumbíos usar, mantener, expandir o modificar los programas objeto de este suministro.

En general, se deberá entregar como mínimo la siguiente información:

- Descripción general del sistema de programas.
- Descripción por subsistemas.
- Descripción por módulos.
- Base de datos.
- Macros, procedimientos, archivos especiales y uso de memorias.
- Diagramas de bloques lógicos que incluyan todas las señales.

1.12.2.12 Catálogos y manuales

Durante el proceso de construcción, EL CONTRATISTA deberá suministrar, para aprobación, la información técnica correspondiente y catálogos de todos los materiales y equipos que planea utilizar. La utilización de materiales o equipos no aprobados será por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA.

Al final del montaje deberá suministrar un original de los catálogos y manuales de operación de los equipos suministrados. El idioma para los manuales y catálogos será en español, inglés o traducciones al español al encontrarse en otro idioma no mencionado. Se deberán suministrar tres copias de cada uno.

1.12.2.13 Documentos del hardware del sistema de control

Los documentos que EL CONTRATISTA deberá entregar a CNEL EP UN Sucumbíos se presentan a continuación.

Planos del hardware

Todos los planos del hardware deberán ser remitidos para revisión y aprobación de su calidad y contenido técnico.

En cada plano deberá identificarse claramente su función, el nombre del equipo, el plano predecesor, el plano siguiente y su número. EL CONTRATISTA deberá incluir una lista de todos los planos a ser enviados, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Diagramas de bloques del sistema completo, mostrando el sistema y sus unidades correspondientes y la interconexión entre ellas.
- Planos de cada instalación realizada en la Subestación, mostrando: el lugar del equipo, el gabinete que resguarda la fuente de energía (codificada por número, nivel de voltaje, etc.) y dimensiones de los gabinetes.
- Dibujos de la configuración de cada equipo alojado en los tableros o gabinetes, ilustrando el montaje de las tarjetas de control, las fuentes de poder, cables, subpaneles, interruptores, lámparas, módulos u otros equipos. Esto deberá ser lo suficientemente detallado, de tal forma que se puedan diferenciar, los cables de energía, de los cables para comunicación y de los cables de interconexiones.
- Esquemas lógicos de los equipos para ayudar en su mantenimiento.

Manuales de mantenimiento

EL CONTRATISTA deberá suministrar manuales de mantenimiento para cada uno de los equipos. Cada manual deberá contener la siguiente información como mínimo:

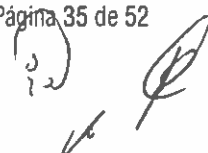
- Teoría de operación: Deberá incluirse una descripción de cómo opera el equipo.
- Mantenimiento preventivo: Instrucciones que incluyan chequeos visuales, exámenes del hardware y software, rutinas de diagnóstico, ajustes necesarios y calibración para el mantenimiento periódico.
- Solución de problemas de operación: Instrucciones con el suficiente detalle para la rápida localización de una falla. Las instrucciones deberán incluir los equipos de prueba y su uso.
- Medidas: Corresponde a una tabulación de todas las medidas eléctricas que el fabricante espera realizar durante las pruebas iniciales y cuando el sistema esté listo para puesta en operación.
- Reparación: Información de partes, respecto a esquemas, dibujos, identificación de cada módulo reemplazable y los componentes de cada módulo.
- Diagnósticos: La descripción de los diagnósticos deberá incluir la siguiente información para cada pieza de hardware que pueda ser examinada:
 - Elementos o componentes a ser examinados.
 - Método del diagnóstico.
 - Instrucciones para empezar el programa.
 - Instrucciones de operación.
 - Definición de la respuesta esperada.
 - Interpretación de mensajes de error.
- La información sobre la operación de los equipos deberá ser clara y concisa, lo mismo que los diagramas de los circuitos eléctricos, electrónicos y mecánicos del sistema.

Seguimiento de los equipos en mantenimiento

EL CONTRATISTA deberá mantener registros actualizados de todo mantenimiento correctivo y predictivo y de las modificaciones hechas a los equipos que comprenden el sistema. Tales registros empezarán para cualquier sistema que se ponga en funcionamiento, continuaran durante el período de la prueba de disponibilidad y hasta cuando el sistema sea recibido por parte de CNEL EP UN Sucumbíos.

Los registros deberán identificar como mínimo lo siguiente:

- El número de serie del equipo.



- La fecha de entrada.
- Descripción del problema o razón para las modificaciones.
- Acción correctiva tomada.
- Tiempo de reparación.

Lista de los materiales de hardware

Se deberá mantener una lista actualizada a la fecha de los materiales de hardware, la cual deberá contener todo el hardware a ser suministrado, incluyendo:

- Equipo instalado.
- Repuestos.
- Herramientas y equipos de pruebas.

El material listado deberá ser contabilizado sólo al nivel de módulos de reemplazo. La identificación de los componentes de una tarjeta o módulo reemplazable no es necesaria. Sin embargo, debe ser listado cualquier componente montado sobre un panel o terminal. Estas listas deberán estar en la propuesta inicial y deberán ser mantenidas a lo largo del desarrollo del proyecto.

La lista del equipo instalado deberá incluir:

- Descripción del ítem.
- Información de los fabricantes (nombre, dirección, representante, etc.).
- Lugar de instalación (nombre o número de la cabina o gabinete, número del archivo, número de bornes, etc.).
- Cantidad de estos equipos, tarjetas, módulos o componentes que existen en el sistema completo.

La lista de repuestos deberá mostrar cada parte con el nombre del fabricante, la cantidad recomendada y la identificación del equipo donde esta parte será usada.

La lista de las herramientas y el equipo de pruebas deberán indicar el nombre del fabricante, la identificación del ítem, la cantidad recomendada y la identificación del equipo para el cual va a ser usada.

Documentación previa a la instalación y montaje

EL CONTRATISTA deberá suministrar para aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos, tanto en medio digital como impreso, como mínimo, la siguiente información:

- Diseño detallado de la instalación del sistema de control.
- Diagramas elementales de control y fuerza de los equipos que constituyen el sistema de control de la subestación.
- Los diagramas esquemáticos y de alambrado de los tableros y equipos, que deberán incluir los circuitos de control, protección y medida y mostrar los números de identificación de los terminales.
- Diagramas de alambrado: tablas o disposición física de elementos dentro del tablero. La identificación de los terminales en las regletas de borneras terminales deberá ser idéntica a la de los dispositivos correspondientes y deberá aparecer en los diagramas esquemáticos y de alambrado.
- Planos finales para montaje y mantenimiento.
- Planos de disposición general de tableros y equipos.
- Esquemas generales de dimensiones y pesos de todos los equipos.
- Rutas de cableados, conduits, bandejas, cárcamos y demás canalizaciones.
- Planos definitivos, plantas, elevaciones y detalles de los equipos.
- Planos definitivos de alambrado de todos los equipos y sistemas que conforman el suministro.
- Lógica de operación de todos los sistemas y comportamiento de los elementos.
- Diagramas de conexión.

- Listas de circuitos.
- Especificación de diseño de los equipos.
- Especificaciones funcionales.

EL CONTRATISTA deberá utilizar en sus planos las designaciones, símbolos, convenciones y sufijos de las normas NEMA ó IEC. En caso de usar otros símbolos, designaciones y convenciones, estos deberán ser enviados a CNEL EP UN Sucumbíos para aprobación, antes de suministrar los planos de los equipos.

Manuales de montaje, pruebas de campo y puesta en servicio

EL CONTRATISTA deberá enviar, para aprobación de CNEL EP UN Sucumbíos, los manuales detallados de montaje, pruebas de campo y puesta en servicio con una descripción detallada de los procedimientos de campo que se deberán seguir para todo el equipo suministrado bajo el Contrato.

Los manuales deberán incluir los procedimientos paso a paso para el montaje, pruebas de campo y puesta en servicio del equipo, incluirán, mas no limitándose, la siguiente información:

- Lista de Hardware, que incluya:
- Equipos.
- Tableros, cubículos, y gabinetes.
- Cables, conectores y accesorios.
- Configuración de cada equipo en términos de todos sus módulos (tipo y cantidad) y catálogos técnicos.
- Configuración de tableros, nombrando todas sus dimensiones y forma de montaje.
- Esquema general de cada sistema.
- Planos del área física de localización de los equipos (planos para instalación)
- Información de alambrado, cableado interno y externo de los equipos suministrados y el necesario para efectuar la interfaz con los equipos de suministro de energía, dicha información deberá ser presentada por medio de:
- Diagramas de alambrado con información acerca de borneras, conectores, terminales y las diferentes señales.
- Listas de cables con sus funciones, destinos, calibres, longitudes y tipo de canalización utilizada.
- Recomendaciones de todo tipo para las áreas donde el equipo suministrado deberá ser instalado.
- Instrucciones para manejo, izamiento y almacenaje temporal. Las instrucciones deberán estar escritas en idioma español.

Planos de taller

EL CONTRATISTA deberá permitir que CNEL EP UN Sucumbíos examine los planos de taller tanto como sea necesario para poder determinar la conveniencia del diseño.

EL CONTRATISTA también deberá suministrar a CNEL EP UN Sucumbíos copias de sus datos de diseño, tantas veces como sea requerido por éstas para realizar las verificaciones que se consideren necesarias.

1.12.2.14 Documentos del software del sistema de control

EL CONTRATISTA deberá suministrar toda la documentación necesaria para que CNEL EP UN Sucumbíos pueda usar, mantener y operar el software suministrado con los equipos de control.

Documentación del software estándar del sistema

EL CONTRATISTA deberá proveer toda la documentación estándar dada por el fabricante de los componentes programables, incluyendo:

- Instaladores de software

- Manuales de usuario del sistema operacional.
- Manuales de utilidades para el usuario.
- Manuales del lenguaje usado en el sistema.
- Manuales de procedimientos para generación del sistema.
- Manuales de gestión de archivos.
- Manuales con los códigos fuentes de los programas de los controladores.

Almacenamiento de programas de computador (software)

EL CONTRATISTA deberá enviar los programas que comprenden el software del sistema en un medio magnético de almacenamiento aprobado por CNEL EP UN Sucumbíos. Deberá incluir tres (3) copias en medio físico del código fuente y manual de configuración; y tres (3) copias en medio digital en formato pdf y editable de todos los programas suministrados por el fabricante.

Si durante o después de las pruebas de aceptación en fábrica es cambiado algún programa, EL CONTRATISTA deberá proveer las copias corregidas.

1.12.2.15 Documentación de las pruebas

EL CONTRATISTA deberá suministrar la documentación de las pruebas que incluye los aspectos que se describen a continuación.

Procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica

Estos procedimientos deberán ser preparados por EL CONTRATISTA y remitidos a CNEL EP UN Sucumbíos para su revisión y aprobación.

El procedimiento de las pruebas deberá definir las pruebas individuales y los procedimientos paso a paso requeridos para satisfacer los objetivos de cada prueba individual. Las pruebas serán diseñadas para verificar que la función opere correctamente. Cada paso de cada una de las pruebas deberá incluir la acción requerida y el resultado esperado.

El procedimiento de cada prueba deberá incluir al menos lo siguiente:

- Para cada prueba definida:
 - Identificación de la prueba.
 - Nombre de la prueba.
 - Descripción breve de la prueba.
 - Objetivos de la prueba.
 - Requerimientos.
 - Pasos que incluyen la prueba.
 - Indicación de las pruebas anteriores o posteriores, si es aplicable.
 - Lista de las herramientas y/o equipos de medición necesarios para la prueba.
 - Personal requerido.
 - Formato de resultados de la prueba.
- Para cada paso de la prueba:
 - Número de pasos.
 - Estímulo / acción.
 - Respuesta esperada.
 - Espacio para indicar si se pasa a la siguiente parte de la prueba o hay falla.
 - Espacio para anotar el número del reporte de falla (si lo hay).

Se hará un reporte de falla para cada paso de la prueba cuando en una de éstas ha fallado. Este reporte deberá incluir el número de identificación, la prueba y el número de paso en el cual hubo falla, descripción

de la falla, descripción de la acción correctiva tomada, número de personas que ejecutaron la acción correctiva y el impacto de esta acción con otras funciones.

El reporte de fallas debe completarse antes de repetir la prueba paso a paso.

Procedimientos de las pruebas de aceptación en sitio

El contenido de estos procedimientos será similar al de las pruebas de aceptación en fábrica descritas en el anterior numeral, con las modificaciones requeridas debido al hecho de que el equipo esté instalado en el ambiente real de trabajo.

Reportes de pruebas

EL CONTRATISTA deberá suministrar un reporte de pruebas para los equipos y sistemas de control que documente los resultados obtenidos de cada una de ellas.

Los procedimientos de pruebas hechas por EL CONTRATISTA y certificadas por CNEL EP UN Sucumbíos deberán ser incluidos como parte de este reporte.

Además el reporte de pruebas deberá incluir:

- Datos de mantenimiento: este dato será representado en forma de registro de mantenimiento cuando es aplicable.
- Datos de ingeniería: son datos técnicos en los que se basan las pruebas, tales como, mediciones, y lecturas de parámetros específicos, certificación de la calibración de los equipos, etc.
- Documentación de soporte: es la documentación que cubre cualquier simulación.
- Lista de equipos: lista de los equipos incluidos en la configuración de las pruebas.

La documentación dada deberá ser remitida a CNEL EP UN Sucumbíos para comentarios y aceptación.

1.12.2.16 Documentación para el usuario

EL CONTRATISTA deberá suministrar la documentación del usuario, incluyendo:

- Manual del usuario del sistema
- Manual de operadores

Manual de usuario del sistema

Estos manuales los usará CNEL EP UN Sucumbíos para el mantenimiento del sistema suministrado por EL CONTRATISTA. Los manuales deberán contener la información suficiente para que puedan ser usados como manuales de capacitación del personal que va a operar los equipos. Los manuales deberán incluir al menos lo siguiente:

- Descripción general del software del sistema y sus características.
- Guías para modificar el sistema y para expansiones futuras.
- Procedimientos detallados para la generación de la base de datos y sus modificaciones.
- Procedimientos detallados para la generación de reportes y sus modificaciones.
- Procedimientos detallados para edición de archivos (ejemplo: expandir archivos y modificar parámetros).
- Procedimientos detallados para adicionar y modificar los lazos de control y la lógica desarrollada.
- Procedimientos detallados para crear copias de respaldo de los diferentes programas, despliegues, etc.

Manual de operación

Estos manuales servirán como introducción completa al sistema, como guía detallada de todos los enlaces de operación y los procedimientos hombre – máquina.

El CONTRATISTA deberá suministrar como mínimo los siguientes manuales:

- Descripción detallada de todas las secuencias hombre – máquina concernientes al operador.
- Descripción de todas las funciones principales como alarmas, registros periódicos, etc.
- Descripción de todo mensaje y alarma que el sistema es capaz de crear y una explicación de los mensajes indicados y cuál acción debería ser tomada por el operador del sistema.

1.12.2.17 Documentación de diseño

Esta documentación deberá permitir realizar el seguimiento de las labores de diseño de EL CONTRATISTA y establecer el cumplimiento de las especificaciones funcionales. Esta documentación estará compuesta como mínimo por:

- Guía para la elaboración y lectura de planos.
- Lista de señales.
- Diagramas funcionales.
- Diagramas de circuito.
- Diagramas de localización.
- Tablas de cableado.
- Plan de pruebas.
- Protocolos de pruebas.

1.12.2.18 Guía para la elaboración y lectura de planos

Se debe suministrar una guía para elaboración y lectura de planos, en la cual se muestren claramente los siguientes aspectos:

- Simbología.
- Nomenclatura.
- Información genérica en los planos.
- Guías para la interpretación de los diagramas de principio, de circuito y de localización.

1.12.2.19 Planos según lo construido ("As Built")

Durante los treinta (30) días siguientes a la puesta en servicio de los equipos a satisfacción, EL CONTRATISTA deberá entregar una copia de los planos de diseño para construcción, instalación y montaje, con todos los cambios hechos en el campo durante el montaje y la puesta en servicio, así como todos los datos obtenidos durante las pruebas.

Deberán presentarse por lo menos los siguientes documentos y planos una vez terminada la obra:

- Planos de detalle del tablero o armario de cableado indicando dimensiones, distribución de elementos, con lista detallada de elementos.
- Diagramas y listas de cableado y conexionado de fuerza de cada uno de los equipos.

1.13 Transferencia de tecnología del SAS.

EL CONTRATISTA deberá considerar cursos de capacitación en fábrica con la profundidad y el detalle necesarios (tanto teóricos como prácticos) para que el personal especializado de CNEL EP UN Sucumbios pueda operar, mantener, modificar y ampliar el sistema, además de probarlo y ponerlo en servicio. El contenido de los cursos deberá ser presentado por EL CONTRATISTA para la aprobación de CNEL EP UN Sucumbios.

Del cursos de capacitación tendrá como duración mínimo de 5 días para un mínimo de 5 personas, con el debido certificado de capacitación entregado por el fabricante.

Una vez el personal especializado de CNEL EP UN Sucumbíos quede capacitado en la modificación de la programación del SAS, ésta se podrá modificar, previo consentimiento y validación de las modificaciones por parte de EL CONTRATISTA, sin que se pierda la garantía sobre el sistema, ni parcial ni totalmente.

El programa de capacitación debe consistir de un conjunto integrado de cursos que cubran tanto los productos provistos por EL CONTRATISTA, como los de terceros.

1.14 Integración de los patios subestación Jivino de TRANSELECTRIC.

La integración al sistema de control en los patios de una subestación existente, con el nivel 2 de control a implementarse, ésta será responsabilidad de EL CONTRATISTA de forma que la subestación se pueda operar completamente desde la sala de control.

EL CONTRATISTA, en caso de requerirlo, debe coordinar otros contratistas a través de CNEL EP UN Sucumbíos las siguientes interfaces:

- Interfaces físicas (cableado)
- Interfaces lógicas (configuración de protocolos)
- Interfaces funcionales (información a transmitir)

Las interfaces físicas corresponden al cableado entre los equipos existentes o suministrados por otros contratistas.

EL CONTRATISTA deberá suministrar, hacer el tendido y conexas los cables que integren los equipos del nivel de bahía (nivel 1) de todos los patios, con el sistema de automatización de la subestación.

Las interfaces lógicas corresponden a la configuración de los protocolos para transmisión de datos. Particularmente EL CONTRATISTA del patio de 69 kV de la subestación Jivino debe coordinar con el contratista SIEMENS a través CELEC EP - TRANSELECTRIC, los perfiles para el envío de datos, listado de intercambio de señales, funciones de operación de los equipos, según la implementación real de ambos sistemas.

Con el fin de asegurar la supervisión y control completo de todos los equipos de nivel 1 de la subestación, EL CONTRATISTA deberá definir y dejar documentado, todo lo relacionado con los comandos, tipo de señales, perfiles, direccionamiento y los demás requisitos de los protocolos de la norma IEC 61850, direccionamientos, interfaces de conexión y los demás aspectos técnicos que garanticen una correcta comunicación con los equipos de nivel 1 del sistema de control de todos los patios de la subestación.

Con base en la información entregada, EL CONTRATISTA deberá ajustarse a los requerimientos de todos los patios de la subestación, y tenerlos en cuenta para el desarrollo de su sistema.

Una vez se encuentre en servicio el sistema de control de todos los patios, es responsabilidad de EL CONTRATISTA realizar las pruebas de integración y comunicación del nivel 1 de control de los patios con el nivel 2 de control de la subestación, para lo cual deberá realizar los ajustes requeridos en el sistema de control total de la subestación, con el fin de lograr la integración de los sistemas, incluyendo cualquier ajuste al automatismo o a las cantidades de señales que debe emitir o recibir.

1.15 Limite de suministro

1.15.1 Limite de suministro caso de las subestaciones Jivino y Lago Agrio de CNEL EP UN Sucumbíos

El CONTRATISTA del patio de 69 kV deberá suministrar:

- La red completa, equipos, cables, conductores y accesorios necesarios para la integración o reemplazo de equipos de nivel 1 de los demás patios de la subestación, para el óptimo funcionamiento del sistema de control de la subestación implementado en este suministro.

- Los switches de nivel de distribución para la integración del nivel 1 de control de todos los patios de la subestación con el nivel 2 de control.
- Los cables y conectores de fibra óptica para conexión con los switches de nivel 1 ubicados en los tableros de control de bahía de los patios diferentes al patio de 69 kV.

El límite de suministro serán los puertos de los switches de nivel 1 ubicados en los tableros de control de bahía de los patios existentes.

1.15.2 Interconexión con los centros de control

EL CONTRATISTA será responsable del suministro y configuración del Gateway de comunicación para la transferencia de los datos a los centros de control de CNEL EP UN Sucumbios, CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE.

EL CONTRATISTA deberá coordinar con CNEL EP UN Sucumbios, CELEC EP - TRANSELECTRIC y el CENACE los aspectos relacionados con el perfil, el direccionamiento y los demás requisitos de los protocolos de comunicaciones IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104 y DNP3, así como la información a ser transmitida hacia los centros de control remoto.

El límite del suministro serán los puertos de comunicaciones en el Gateway.

1.16 Medida y pago

Los bienes por ejecutar a los precios unitarios de la Lista de Cantidades de Obra y Precios Unitarios, incluirán el suministro de equipos y materiales, el suministro de toda la mano de obra, herramientas y equipos requeridos para la ejecución de los trabajos, el transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos y sistemas.

Los suministros se pagarán de acuerdo con las unidades y a los precios unitarios y globales estipulados en la Lista de cantidades de obra y Precios unitarios.

Los precios unitarios deberán incluir los diseños detallados, la fabricación, las pruebas de fábrica, los fletes y seguros, los transportes, cargues y descargues hasta los sitios de las obras indicados por CNEL EP UN Sucumbios, el montaje, las pruebas, puesta en servicio y la capacitación.

EL CONTRATISTA deberá incluir en los precios unitarios los diseños, planos, manuales y programas solicitados. Estos documentos no tendrán pago por separado.

La medida para el pago de los equipos y accesorios suministrados será el número de unidades de cada tipo, definido en la lista de cantidades, el montaje, las pruebas, puesta en marcha y la capacitación.

Cuando se soliciten cantidades adicionales de equipos, accesorios o elementos complementarios, éstos se pagarán al precio unitario propuesto.

Los precios unitarios deberán incluir el suministro de mano de obra, el suministro de equipos, herramientas y materiales para montaje y desmontaje, los transportes locales en obra, las pruebas de campo y la puesta en servicio de los equipos y sistemas.

EL CONTRATISTA deberá incluir en los precios unitarios, los manuales de montaje, de prueba de campo y de puesta en servicio, los protocolos de prueba y la actualización de los planos según lo construido. Estos documentos no tendrán pago por separado.

2 SISTEMA DE PROTECCIONES

Las presentes especificaciones establecen los requerimientos técnicos mínimos para el diseño, fabricación, pruebas de los equipos del sistema de protecciones eléctricas de la Subestación.

La descripción de las protecciones eléctricas y los esquemas de disparo de los diferentes dispositivos forman parte de este capítulo y su alcance será definido en los siguientes numerales.

2.1 Objeto

En el sistema de protección concebido se buscará proveer seguridad a los equipos en una forma rápida y selectiva. Su principal objetivo consistirá en reducir la influencia de una falla en el sistema, hasta tal punto que no afecte su funcionamiento o se produzcan daños importantes en él. Específicamente pretenderá cumplir con lo siguiente:

- Aislar el elemento o sección en falla del sistema de potencia, para prevenir o minimizar el efecto de la anomalía y así evitar que se extienda a zonas sin problemas del sistema.
- Minimizar o prevenir daños en los equipos.
- Asegurar que en caso de una falla de un equipo de protección, el dispositivo asociado a éste no esté completamente desprotegido.
- El sistema de protecciones debe proveer la información suficiente de la falla para determinar si es posible retornar el sistema lo más rápidamente posible a servicio.
- Las protecciones no deberán operar ni producir disparo alguno en ausencia de defectos en el sistema que se está protegiendo.
- La intervención de las protecciones tiene que garantizar el más posible la seguridad del personal presente en instalación.

2.2 Alcance del suministro

El suministro incluirá los IED's de protección, todos los materiales, componentes, accesorios, herramientas especiales, piezas de repuesto, y todo lo que fuera necesario para conformar un esquema completo y funcional del sistema de protección de la Subestación.

Las protecciones deberán estar basadas en microprocesadores con varias funciones de protección simultáneas.

Forman parte del suministro el diseño, fabricación, inspección, ensayos, embalaje para transporte, seguros, transporte y las pruebas FAT (fábrica) y SAT (sitio) de funcionamiento para operación. Toda la documentación requerida para la operación, configuración, mantenimiento e inspección del sistema. La documentación incluirá entre otras, la lista de los IED's de protección con las funciones incluidas en cada uno y la información de las herramientas de configuración y mantenimiento.

El CONTRATISTA deberá considerar una visita de sus especialistas a la subestación, durante la puesta en servicio, para inspección y pruebas del sistema.

El suministro deberá considerar como alcance mínimo los ítems relacionados a continuación, sin limitarse necesariamente a ellos:

2.2.1 Protecciones de líneas de transmisión

Cada sistema de protección de línea estará alojado en un tablero de protección dedicado para el caso de bahías de 69kV; en cualquier otro nivel de voltaje, el tablero puede ser compartido con el sistema de control. Cada uno de estos tableros debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Un IED multifuncional especializado en protección de líneas que actúa como protección principal (Protección de Línea 1 (PL1)).

- Un IED multifuncional especializado en protección de líneas que actúa como protección redundante (Protección de Línea 2 (PL2)).
- Compensación de línea paralela.
- Funciones de chequeo de sincronismo (25), falla interruptor (50BF), recierre automático (79), que deberán ser realizadas por los IED´s principales y/o redundantes.
- Supervisión de circuitos de disparo (74).
- Dos dispositivos de disparo (94) que utilicen 2 relés auxiliares 94L1 y 94L2.

Los IED´s especializados en protección de las líneas de transmisión deberán ser duplicados e independientes (protecciones idénticas) para asegurar un sistema redundante y con capacidad de no omitir disparos.

Los IED´s de protección de líneas deberán contar como mínimo con las siguientes funciones de protección:

DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN	ANSI/IEC
IED : Protección de Línea 1 (PL1) y 2 (PL2)	
Diferencial de línea	87L
Distancia	21 / 21N
Sobrecorriente de fases	50/51
Sobrecorriente de neutro	50 N/51 N
Sobre y bajo voltaje	59/27
Bloqueo por corriente reversa	
Sobrecorriente direccional de fases y de neutro	67 / 67N
Bloqueo por falla fusible	97
Bloqueo por oscilación de potencia	68
Teleprotección / Esquemas de teleprotección	85
Localización y monitoreo de fallas	LF
Recierre automática	79
Falla Interruptor	50BF
Verificación de sincronismo	25
Potencia	32
Frecuencia	81
Factor de compensación residual	
Lógica de cierre en falla (SOTF)	
ECO y fuente débil (weakinfeed)	
Discrepancia de polos	
Lógica de disparo	
Bloqueo para fallas de línea paralela	
Detección de línea muerta	
Registro de fallas	

Las funciones de supervisión del circuito de disparo (74) deberán realizarse por dispositivos independientes.

2.2.2 Otros alcances del suministro

Adicionalmente el contratista deberá suministrar:

- Para todas las protecciones un bloque de pruebas. Todos los módulos deberán ser del mismo tipo, los bloques de prueba serán de tal forma que permitan la intervención en las protecciones por equipos de inyección secundaria y mantenimiento sin que sea necesaria la desconexión del equipamiento protegido (separación de los circuitos de tensión y corriente en entrada y de las señales lógicas en entrada y en salida).
- Se debe incluir 2 IED's de protecciones de línea adicionales por cada bahía de línea, para las subestaciones colaterales.
- Sistema completo de gestión de protecciones.

2.3 Normas

Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la publicación IEC 60255 "Electrical relays" y en la IEC 61850 "Communication networks and systems in substations"

Todos los componentes y equipos electrónicos deben ser diseñados de acuerdo con los requerimientos estipulados en las siguientes Normas, en su última versión:

IEC 60255:	Electrical relays.
IEC 60870:	Telecontrol equipment and systems.
IEC 61000:	Electromagnetic compability.
IEC 61010:	Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio.
IEC 61131:	Autómatas programables.
IEC 61508:	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.
IEC 61850:	Communication networks and systems in substations.
CISPR11:	Limits and methods and measurements of electromagnetic disturbance characteristic of industrial, scientific and medical (ISM) radiofrequency equipment.
IEC 60297:	Dimensions of mechanical structures of the 482.6mm series
IEC 60512:	Componentes electromecánicos para equipos electrónicos. Procedimientos básicos de ensayo y métodos de medida.
ANSI/IEEE C37.91:	Guide for protective relay applications to power transformers.
IEC 60834:	Performance and testing of teleprotection equipment of power systems.

2.4 IED's de Protecciones

Las protecciones de líneas de transmisión, autotransformadores, banco de reactores, barras, deben ser concebidas con sus propios elementos de protección independientes (IEDs independientes).

Los IED's de protección deberán ser de tecnología digital del tipo "programable", basados en microprocesadores para el procesamiento de la información de entrada, cambio de características de operación y facilidades de presentación de ajuste, programación y disparos, mediante una pantalla que haga parte integral del sistema de protección, localización y monitoreo de fallas.

En el frente del IED se deberán tener, como mínimo, indicaciones ledde dispositivo disponible y no disponible, además un indicador digital ("display") frontal, para navegación, programación manual e indicación de las funciones de protección.

El IED suministrado deberá contar módulo de comunicaciones redundante de fibra óptica con protocolo que cumpla la norma IEC 61850 para conexión al sistema de control y para la gestión de las protecciones.

El IED deberá enviar al sistema de control, a través de la red de comunicaciones, las indicaciones de alarma y disparo de cada una de las funciones de protección activas.

Deberá ser posible acceder remotamente al IED para la parametrización, consulta de ajustes y el monitoreo de fallas mediante una dirección IP.

Los IED's deberán contar con memoria del tipo EPROM, con el fin de que todos los ajustes de los parámetros permanezcan en memoria ante fallas de alimentación. La memoria deberá poder almacenar al menos los últimos 10 eventos y deberá mostrar como mínimo la hora, fecha, tipo de evento y fases involucradas.

El IED deberá permitir el almacenamiento de registros oscilográficos con mínimo una resolución de 32 muestras por ciclo y una longitud mínima de 120 ciclos. Estos datos podrán ser almacenados en la memoria del IED.

Todos los datos y ajustes de estas protecciones deberán ser accesibles (en formato COMTRADE o convertible en COMTRADE) para ser utilizados en la evaluación posterior de la falla.

Los IED's de protección deberán disponer de autodiagnóstico continuo de todos los circuitos, interface hombre-máquina mediante display, teclado y LEDs de indicación (programables), puertos de comunicación serial: frontal, posterior para integración con el sistema, disponibilidad para parametrización y cambio de ajustes en forma local (puerto frontal y por red de gestión de protecciones) y remota (Ethernet), sincronización de tiempo mediante la red de sistema.

Los IED's deberán incluir todos los programas (software) de interfaz con el usuario que se utilicen para su configuración y ajuste, prueba de parámetros, lectura de eventos y despliegue de valores medidos.

Los IED's deberán ser de bajo consumo, diseño compacto con conexión por la parte posterior y para montaje en bastidores.

El voltaje de la alimentación para todos los IED's de protección es a 125 Vc.c., de un sistema no aterrizado. La tensión de alimentación tanto para entradas como para salidas digitales es a 125 Vc.c. Cada tablero será alimentado por una fuente a 125 Vc.c.

Los IED's no deberán requerir de transformadores auxiliares o transductores externos para ajustar corrientes o tensiones en magnitud o ángulo de fase, ni para valores de polarización. Estos ajustes se deberán poder realizar por medio del software del IED de protección.

Los IED's deberán estar libres de error debido a variaciones normales de voltaje, frecuencia, forma de onda, factor de potencia y no deberán ser afectados por las condiciones ambientales establecidas para los sitios de instalación.

2.5 Bloque de pruebas

Cada equipo de protección deberá contar con un bloque de pruebas propio, que deberá estar montada en la parte frontal del tablero correspondiente.

En estado de prueba, el dispositivo deberá permitir:

- Cortocircuitar las alimentaciones de corriente de la protección sin interrumpir el paso de la corriente a otros aparatos del mismo circuito e interrumpir las señales de tensión, con el objeto de poder inyectar las corrientes y tensiones de ensayo.
- Interrumpir los circuitos de disparo de fase, los arranques a la protección de falla de interruptor (donde corresponda) y los interruptores asociados a la protección en prueba.

- Interrumpir la emisión de interdisparos vía teleprotección (donde corresponda), originada por la protección bajo prueba.
- Llevar el potencial positivo y el negativo de la tensión auxiliar de corriente continua a la ficha del frente, manteniéndolos sin interrupción.
- Señalizar la posición de "prueba".
- Interrumpir las salidas de alarmas y señalizaciones remotas.

Estos dispositivos deberán permitir las pruebas y ensayos de todos los módulos integrantes de la protección, mediante maletas de ensayo.

Deberá suministrarse al menos un módulo de pruebas por cada IED de protección. Todos los módulos deberán ser del mismo tipo e incluir sus respectivas manijas o peinetas de prueba. Cada uno de los módulos deberá contar con la identificación clara e indeleble respecto a la protección a la cual pertenece.

2.6 Características de las funciones de protección

A continuación se describen las principales características de las funciones de protección contenidas en cada uno de los IED's.

2.6.1 Función protección diferencial de línea (87L)

Por la protección diferencial de línea, se requiere una comunicación entre los relés debe ser directa punto a punto con los IED's de las subestaciones colaterales, si las distancias son excesivas se puede utilizar elementos adicionales (por ejemplo multiplexores o amplificadores).

La protección de línea debe utilizar un canal de comunicación permanente para la función 87L y debe estar en capacidad de enviar y recibir mínimo 4 comandos de disparo transferido. Los comandos de disparo transferido pueden incluirse en la tarjeta de comunicación interna 87L u otra tarjeta adicional o un equipo de teleprotección externo si las distancias entre los relés de protección son excesivas.

Para la función de diferencial de línea, la función localizador de falla deberá garantizar una precisión de ± 2 %.

2.6.2 Función protección de distancia (21/21N)

La función de protección de distancia, deberá ser del tipo multisistema con medición simultánea en los seis loops de fallas (21 y 21N) con tiempo de disparo medido en sus salidas digitales menor o igual a 20 milisegundos, con por lo menos cinco zonas programables, característica poligonal, alcances de las zonas ajustables de forma independiente las direcciones resistiva y reactiva, ajuste del factor de compensación de secuencia cero propia de la línea de transmisión. El disparo por operación de las zonas se deberá poder temporizar. Los esquemas de distancia trabajarán con señales de teleprotección. El IED debe permitir la selección de esquemas POTT y PUTT.

Deberán tener como mínimo las siguientes lógicas:

- Disparo por cierre en falla (SOTF)
- Bloqueo y disparo por oscilación de potencia (68)
- Detección de falla con alimentación débil (weakinfeed) y función de retorno de señal permisiva (echo).
- Bloqueo por detección de pérdida de la señal de voltaje proveniente de los transformadores de voltaje.
- Función de bloqueo por corriente reversa en líneas paralelas.
- Detección de falla evolutiva.

El IED para esta función deberá además suministrar la siguiente información para el sistema de control:

- Disparo por zona 1, disparo asistido por teleprotección, disparo por cierre en falla, disparos por otras zonas, disparo por oscilación de potencia.

- Arranque por otras zonas fase R, fase S y/o fase T.
- Bloqueo por oscilación de potencia.
- Recepción y emisión de teleprotección.
- Pérdida de voltaje.
- Falla canal de comunicaciones.

Para la protección falla de interruptor por contactos libres de potencial:

- Disparo general.

Las indicaciones en el frente del IED deberán ser programables. Como mínimo se deberán incluir los siguientes:

- Disparo: zona 1, zonas 2-5.
- Arranque: fase R, fase S, fase T.

La protección de distancia tiene que poder mandar la apertura unipolar y/o tripolar del interruptor, según el tipo de falla realizada y según una lógica programable.

Las funciones de teleprotección deberán permitir seleccionar el esquema para las protecciones principal 1 y 2. Como mínimo se deberán incluir los siguientes:

- Disparo transferido permisivo con subalcance PUTT (PermissiveUnder-reaching Transfer Trip).
- Disparo transferido permisivo con sobrealcance POTT (PermissiveOver-reaching Transfer Trip).
- Disparo transferido permisivo con comparación direccional (PermissiveDirectionalComparison Transfer Trip).
- Disparo Directo Transferido (Direct Transfer Trip).

Para efectuar el ajuste de las zonas de la protección de distancia se deberá utilizar la información referente a las impedancias de secuencia positiva y secuencia cero de las líneas.

Para la función de distancia, la función localizador de falla deberá garantizar una precisión de $\pm 2\%$.

2.6.3 Función de teleprotección (85)

La función de teleprotección debe ser activada por la función de protección de distancia. La función de teleprotección debe ser también utilizada por la protección de los reactores de línea (señal de disparo al extremo remoto de la línea, a través la misma señal DTT utilizada por las protecciones de distancia).

Por eso la protección de línea debe utilizar un canal de comunicación permanente para la función 85 y debe estar en capacidad de enviar y recibir mínimo 4 comandos de disparo transferido. Los comandos de disparo transferido pueden incluirse en la tarjeta de comunicación interna del IED o un equipo de teleprotección externo si las distancias entre los relés de protección son excesivas. En este último caso, el equipo de teleprotección recibe los comandos de disparo transferidos a través de cables en cobre por el relé de protección correspondiente.

2.6.4 Funciones de sobrecorriente de fases y de tierra de respaldo (50/51 – 50N/51N) para líneas,

En las líneas de transmisión, la función de sobrecorriente de fases deberá proteger contra fallas externas, y operar también como respaldo. Deberá ser trifásica, con unidades de medida instantánea, con unidades de retardo de tiempo, y con características seleccionables, tanto de tiempo definido, como de tiempo inverso.

La función de sobrecorriente de fases temporizado deberá ser respaldo de la función de distancia por pérdida de voltajes secundarios y deberá tener unidad de tiempo definido e inverso, seleccionable.

El IED deberá proporcionar contactos de disparo para realizar las acciones de protección y proporcionar como mínimo las siguientes alarmas para el sistema de control:

- IED no disponible
- Disparo
- Falla fase R, fase S y/o fase T

Indicaciones mínimas en el frente del IED:

- IED no disponible
- Disparo
- Falla fase R, fase S y/o fase T

La función de sobrecorriente de neutro deberá dar protección contra fallas a tierra de la línea de transmisión.

Deberá tener características de tiempo definido y de tiempo inverso.

La función de sobrecorriente de neutro temporizado, deberá tener unidad de tiempo definido e inverso seleccionable.

El IED para esta función deberá contar como mínimo con las siguientes alarmas para el sistema de control:

- IED no disponible
- Disparo

Indicaciones mínimas en el frente del IED:

- IED no disponible
- Disparo
- Falla fase R, fase S y/o fase T

En los autotransformadores, la función de sobrecorriente deberá proteger el equipo contra fallas externas y operará también como respaldo de la diferencial del autotransformador ante fallas externas. Deberá ser de tipo trifásico, con unidades de medida instantáneas, unidades de retardo de tiempo, con características de tiempo definido y de tiempo inverso seleccionables.

En reactores, los IED's de sobrecorriente, para acomodarse a las condiciones de corriente de magnetización inicial, deberán ser del tipo de tiempo inverso y el ajuste no deberá ser menor que 1,5 veces la corriente asignada.

2.6.5 Función de sobrevoltaje (59)

La función de sobrevoltaje deberá temporizarse con tiempo definido o tiempo inverso y los ajustes de temporización del sobrevoltaje podrán realizarse en un rango mínimo de 0 a 60 segundos.

Los valores de puesta en trabajo deberán ser ajustables como mínimo entre 100% y 150%.

2.6.6 Función de bajo voltaje (27)

La función de bajo voltaje deberá ser trifásica, con dos características independientes con curvas ajustables de tiempo definido o de tiempo inverso.

La función de bajo voltaje deberá tener dos etapas de ajuste, una instantánea y otra etapa temporizada con característica de tiempo definido o inverso 20 y 90% del voltaje nominal y con temporización ajustable entre 0 y 60 segundos.

2.6.7 Función de sobrecorriente direccional (67/67N)

La protección de sobrecorriente direccional de fases y de tierra deberá contar con ajustes independientes y lógica de disparos monopolar y tripolar, incluyendo esquemas de teleprotección en comparación direccional empleando comunicaciones de datos con el IED extremo remoto.

Las funciones de polarización se deberán realizar por lógica interna. Esta función deberá tener características múltiples seleccionables según las curvas de la IEC y la ANSI.

Debe contar con polarización por tensión residual $3V_0$.

2.6.8 Función de potencia (32)

Protección direccional de potencia

2.6.9 Función de bloqueo por oscilación de potencia (68)

Esta función deberá permitir el bloqueo de las unidades de distancia, si detecta oscilación de potencia. También deberá tener la posibilidad de bloquear la función direccional y/o las unidades de tensión.

2.6.10 Función de bloqueo por falla fusible (97)

La función de bloqueo por falla fusible deberá supervisar las tensiones secundarias de los transformadores de potencial, para bloquear los circuitos de los reguladores y las protecciones que pudieran operar erróneamente por falta de la tensión.

El valor de operación por desbalance deberá ser ajustable en un rango amplio del voltaje de los transformadores de tensión.

2.6.11 Función falla interruptor (50BF)

Esta función deberá estar incluida dentro del IED de protección diferencial de barras distribuido.

La unidad de redisparo debe ser temporizada con un intervalo de ajuste de 20 a 100 ms. El intervalo de ajuste de tiempo del esquema de falla interruptor debe ser ajustable entre 0,2 a 2 s.

Etapas 1: deberá actuar cuando el interruptor no ha despejado la falla al terminar el temporizado t_1 , emitiendo señales de disparo directo a las dos bobinas del interruptor en falla.

Etapas 2: esta etapa deberá entrar cuando la etapa 1, al término de un tiempo t_2 , no ha tenido éxito, emitiendo señal de disparo al interruptor adyacente en la subestación y enviando orden de disparo transferido a los interruptores del circuito asociado en la subestación.

Etapas 0. Deberá actuar para proteger la zona muerta entre el interruptor y el transformador de corriente aun cuando el interruptor se encuentre en estado abierto. Deberá proveer disparo directo transferido al terminal opuesto por medio de las teleprotecciones, además de disparar los interruptores adyacentes.

2.6.12 Función verificación de sincronismo (25)

La función de verificación de sincronismo deberá autorizar mediante un contacto libre de tensión, el cierre o el recierre trifásico del interruptor asociado cuando las condiciones seleccionadas para diferencia de tensión, fase y frecuencia son obtenidas.

Deberá tener un tiempo de operación instantáneo en el caso de cierre y que permita un tiempo total de recierre ajustado entre 0.15 y 15.0 segundos considerando el tiempo de apertura propio del interruptor y los tiempos muertos típicos para los niveles de voltaje. Además deben cumplir las siguientes características:

- Rango de ajuste de diferencia de tensión: 1% a 50% de V nominal
- Rango de ajuste del desfase angular: 0 a 180°

- Rango de ajuste de diferencia de frecuencia: 0.05 a 2 Hz

Adicionalmente, el IED deberá permitir, si se desea, el cierre o el recierre con alguna de las siguientes funciones:

- Barra muerta - línea viva.
- Barra viva - línea muerta.
- Barra muerta - línea muerta.
- Barra viva - línea viva.

2.6.13 Función de supervisión del circuito de disparo (74)

Estos IED deberán comprobar la continuidad de los circuitos de disparo cuando el interruptor esté abierto y cuando esté cerrado.

Si existiera una falla en la continuidad del circuito de disparo o una pérdida de la alimentación de la protección, los IED's deberán iniciar la alarma después de un corto retardo, para prevenir una operación indebida.

2.6.14 Recierre (79)

Las líneas de transmisión de 69 kV deben ser equipadas de un esquema de recierremonopolar, que debe contemplar la siguiente filosofía:

La línea de transmisión deberá ser equipada con un esquema de recierre automático monopolar para un solo recierre, para actuación exclusiva después del despeje de fallas por lógicas de protección definidas por el usuario, programadas en los IEDs.

El esquema de recierre automático no deberá ser arrancado cuando la apertura del interruptor sea manual, operado por funciones de protección temporizada, fallas en barras, actuación de protección de falla de interruptor, recepción de disparo transferido directo desde el extremo remoto de una línea, actuación de protección de sobretensión y disparo por pérdida de sincronismo y por actuación de protección de reactores de línea o transformadores.

La protección a ser suministrada deberá tener por lo menos selección para realizar opcionalmente el recierre para cortocircuitos fase-tierra, la habilitación del recierre deberá ser realizada a través de la interfaz frontal del IED, a través del sistema de gestión de protecciones remota y mediante los HMI del SAS.

El recierre podrá ser configurado para barra viva-línea muerta o verificando sincronismo.

Para el caso de líneas de voltaje menor a 69 kV, el recierre debe ser tripolar.

2.6.15 Dispositivos de disparo (94)

La función 94 debe ser realizada por un dispositivo independiente; se debe tener en cuenta que la alimentación del equipo debe ser a 125 V c.c., con tiempo de actuación menor de 10 ms y tener múltiples contactos para dar disparo del interruptor de potencia, y para señalización de la operación de este dispositivo.

2.6.16 Dispositivos de disparo con bloqueo (86)

La función 86 debe ser realizada por un dispositivo independiente; se debe tener en cuenta que la alimentación del equipo debe ser a 125 V c.c., con tiempo de actuación menor de 10 ms y tener múltiples contactos para dar disparo y bloquear el cierre del interruptor de potencia, y para señalización de la operación de este dispositivo.

Deberá poseer reposición manual local y reposición eléctrica remota.

2.7 Funciones complementarias

2.7.1 Sincronización de tiempo

Todos los IED's de protección deberán la posibilidad de sincronización horaria conforme a la norma IEEE 1588 o en su defecto tener una entrada del tipo IRIG - B para la marcación en tiempo real de los eventos, utilizando la señal de tiempo de satélite GPS.

En cualquier caso, se deberá garantizar el despliegue de la hora y la fecha con una precisión mejor o igual a 1 ms.

2.7.2 Conexión con el sistema de control

A través de la red Ethernet redundante, bajo estándar IEC 61850 se permitirá el acceso de la información contenida en los IED's de manera local y remota para propósitos de supervisión, configuración y ajuste de los IED's.

Toda la información adquirida u originada en los IED's de protección, que sea necesaria para el sistema de control, será transmitida desde el nivel 1 con estampa de tiempo y resolución de 1 ms.

2.7.3 Sistema de Gestión de Protecciones

Esta red permitirá que desde una estación central de gestión de protecciones, el sistema supervise automáticamente todos los IED's de protección para detectar eventos, medidas y alarmas, almacene y administre información mediante registros históricos, permita cambios de ajuste de parámetros, presente reportes de los registros de eventos, facilite el análisis oscilográfico de fallas y el acceso por solicitud del operador de la subestación, muestre medidas de corrientes, voltajes, potencia, posición de interruptor y alarmas dentro de un ambiente unificado, amigable y flexible.

En el suministro deberán estar incluidos por lo menos los siguientes equipos y elementos:

- Computador de gestión, teclado, mouse, monitor a color pantalla de última generación en el momento del suministro, software de gestión de protecciones, software del sistema operativo e interfaces de conectividad.
- Escritorio ergonómico
- Sillón ergonómico con descansa brazos.

El computador deberá cumplir con las siguientes características:

- Fácil actualización.
- Deberán estar incluidos todos los periféricos y equipos necesarios para realizar sus funciones operativas (mouse, interfaces de comunicación, unidad DVD o CDR/W, etc.). El fabricante deberá proveer los conversores o interfaces necesarias para leer los canales definidos para la gestión.

La estación gestión de protecciones deberá tener al menos las siguientes características:

- El sistema de gestión se deberá entregar completamente probado y garantizada su funcionalidad total.
- Capacidad para gestionar remotamente todos los equipos de protecciones y medidores de la subestación.
- Funciones para manejo de fallas: monitoreo de alarmas en tiempo real, correlación y filtrado de alarmas, reporte de alarmas.