



**GERENCIA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
AREA ARQUITECTURA E INGENIERIA
METRO DE SANTIAGO**

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARTICULAR

**EDIFICIO SEAT 7o PISO
REMODELACIÓN SALAS DE COORDINACIÓN GENERAL
ETAPA 2**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ELECTRICIDAD

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	Generalidades.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2	Antecedentes	3
1.2.1	Planos.....	3
1.2.2	Normas	3
1.3	Alimentación Eléctrica.....	3
2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS	4
2.1	Tableros de Distribución.....	4
2.1.1	Condiciones Ambientales.....	4
2.1.2	Características del Sistema Eléctrico	5
2.1.3	Características Generales de los Tableros.....	5
2.2	Canalizaciones.....	10
2.2.1	Cañerías de Acero Galvanizado (CAG).....	10
2.2.2	Ductos Metálicos Flexibles	11
2.3	Líneas Generales de Alimentadores y Sub-Alimentadores.....	11
2.4	Cableado de Distribución	12
2.4.1	Especificaciones Técnicas de los Conductores.....	12
2.4.2	Código De Colores.....	12
2.4.3	Tendido de Conductores	12
2.4.4	Empalme de Conductores.....	13
2.4.5	Identificación de Conductores	13
2.4.6	Protección Mecánica de los Conductores	14
2.4.7	Pruebas de Conductores.....	14
3	MONTAJES	14
3.1	Canalizaciones.....	14
3.1.1	Montaje de Conduits.	15
3.1.2	Escalerillas y Bandejas	16
3.2	Cableado	17
3.3	Equipos y Tableros	19
3.3.1	Anclaje	19
3.3.2	Alturas Máximas de Montaje	19
3.3.3	Espacios de Trabajo	19
3.4	Equipos de Alumbrado.....	20
4	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.....	20

1 Introducción

1.1 Antecedentes

1.1.1 Planos

- E129-0002-PLA-ST-EL-201, Diagrama Unilineal, Cuadro de Cargas y Alumbrado.
- E129-0002-PLA-ST-EL-202, Planta Enchufes y Climatización.
- E129-0002-PLA-ST-EL-203, Planta Canalizaciones Corrientes Débiles Control de Alumbrado.
- E129-0002-PLA-ST-EL- 204, Recorrido de Alimentadores.

1.1.2 Normas

Todos los materiales, equipos y trabajos se ejecutarán conforme con la reglamentación vigente y las últimas enmiendas de los códigos y normas estipulados en este punto, según sea el caso de diseño, de construcción y adquisición de los materiales y equipos y que a su vez garanticen una racional y eficaz utilización de las instalaciones.

El listado siguiente muestra pero sin limitarse, a las principales normas que deberán ser tomadas en consideración:

- Ley 16.744 Sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.
- NCH 4/2003 Instalaciones de Consumo Baja Tensión.
- NSEG 5/71 Reglamento Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes.
- NSEG 6/71 Electricidad, Cruces y Paralelismo de Líneas Aéreas.
- NSEG 20/78 Subestaciones interiores.
- NEC National Electrical Code
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- ANSI American National Standard Institute

Las normas NCh e INN primarán sobre el resto de las normas. En la eventualidad de requerimientos diferentes entre el resto de códigos y/o normas, y cuando comprenda situaciones no contempladas en las normas nacionales, decidirá el Inspector Eléctrico del Proyecto.

No obstante, lo anterior, el Contratista deberá indicar al momento de presentar su Oferta Técnica, las discrepancias que hubiere entre las normas citadas precedentemente y las presentes Especificaciones Técnicas.

1.2 Alimentación Eléctrica

La Alimentación Eléctrica estará suministrada desde las barras principales del Tablero General Auxiliar del Piso 7° SEAT, en donde se deberán incorporar dos protecciones adicionales, para cada sub-alimentador de cada tablero proyectado para la habilitación del Auditorio y Sala de Control General, según indicación en planos.

2 Suministro de Materiales y Equipos

El suministro de todos los materiales será cargo del Contratista, excepto los debidamente indicados, ya sea en el proyecto de instalaciones eléctricas o en cualquiera de los proyectos complementarios a este.

Todos los materiales deberán ser nuevos y estar aprobados por SEC, o cumplir con los sellos de certificación indicados en anexo de reglamentación para certificación de productos eléctricos, conforme se indica en la norma NCh 4/2003. Los materiales deberán ser empleados en condiciones que no excedan las estipuladas en sus certificados.

Será responsabilidad del Contratista el adecuado uso y calidad de los materiales que deba suministrar, debiendo tener especial cuidado en el embalaje de los elementos eléctricos para evitar golpes y deterioros. No se aceptará el uso de material deteriorado. Los materiales eléctricos deberán mostrar claramente el nombre del fabricante, la certificación de servicios eléctricos y su capacidad cuando corresponda.

Cuando se indique modelo o marca de materiales y equipos eléctricos, significará que se podrán optar por elementos equivalentes técnicamente en calidad y funcionamiento, los cuales deberán ser presentados para la aprobación de la ITO siempre que las capacidades y necesidades de espacios se cumplan. Previo a la compra de los equipos, el Contratista deberá presentar toda la documentación técnica y presentar muestras para la aprobación de la ITO.

Sin perjuicio de lo definido en el punto anterior, las luminarias y artefactos deberán ser aprobadas por el arquitecto y la ITO del Proyecto, previo a la adquisición por parte del Contratista.

2.1 Tableros de Distribución

Los tableros eléctricos deben ser diseñados y fabricados, respetando la norma eléctrica nacional, NCh Eléc. 4/2003, en particular el artículo N° 6 y las especificaciones técnicas particulares atinentes a los tableros eléctricos que forme parte del Proyecto de la respectiva Instalación Eléctrica. En forma adicional o complementaria a las indicaciones de normas y especificaciones técnicas particulares, los Tableros Eléctricos de recintos técnicos del Metro de Santiago, deberán respetar las siguientes indicaciones:

2.1.1 Condiciones Ambientales

Los tableros deberán ser apropiados para operar en las siguientes condiciones ambientales:

- Altura sobre el nivel del mar 550 m
- Temperatura media anual 25 °C
- Temperatura media máxima 29 °C
- Temperatura media mínima -2 °C
- Temperatura máxima 40 °C
- Temperatura mínima -4 °C
- Humedad relativa media anual 72 %
- Humedad relativa máxima 95 %
- Humedad relativa mínima 40 %

- Condiciones sísmicas UBC Zona 4
- Aceleración sísmica horizontal 75% de g
- Aceleración sísmica vertical 30% de g
- Rango de frecuencia 1 a 20Hz
- Tiempo de duración 1 a 30 s
- Ambiente polvoriento, con atmósfera oxidante y con presencia de anhídrido sulfuroso SO₂
- Los equipos deberán poder operar en forma continua para veinticuatro (24) horas al día, siete (7) días a la semana y trescientos sesenta y cinco (365) días al año.

2.1.2 Características del Sistema Eléctrico

Los Tableros serán conectados a un sistema de distribución eléctrico de las siguientes características principales:

- Tensión Nominal del Sistema: 400/231 V
- Tensión de Servicio: 380/220 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Número de fases: 3
- Neutro: Conectado sólidamente a tierra
- Cortocircuito: Deberá soportar los esfuerzos mecánicos que se originan por un cortocircuito trifásico simétrico máximo de 10 kA.

2.1.3 Características Generales de los Tableros

Los Tableros serán estructuras metálicas para adosar a muro y consistirán de un gabinete cerrado por sus 6 costados que llevará en su interior, en una placa de montaje independiente, todos los elementos eléctricos como ser disyuntores, contactores, bornes, soportes, barras de distribución, etc. Se considerará que estos elementos deberán ubicarse de manera que su inspección, mantenimiento, o recambio sea de fácil operación y contemplando espacio suficientemente amplio para efectuar las conexiones en las regletas correspondientes.

Los Tableros deberán estar provistos de puerta abisagrada sellada contra polvo y salpicadura de agua con grado de protección mecánica tipo IP61 o Nema 12, mediante empaquetadura de neopreno esponjoso y provisto de chapa manilla con picaporte y cerradura con llave; en caso que la puerta resulte de un ancho superior a 800 mm, esta deberá ser de 2 hojas, con espáñoletas.

Las llaves de las cerraduras, serán del tipo estándar, de alguno de los tipos ya utilizados por Metro S.A. El Contratista entregará a Metro S.A., dos llaves originales por cada Tablero instalado.

Los Tableros llevarán una tapa metálica cubre equipos, con los calados necesarios para acceder a los accionamientos de los disyuntores. Esta tapa será abisagrada con cerradura simple sin llave y de fácil remoción.

Sobre la tapa cubre equipos, se instalarán lámparas de neón que indiquen la presencia de tensión en el alimentador del Tablero. Estas lámparas se protegerán mediante fusibles que se conectarán antes del disyuntor general. También, deberá considerarse en la tapa, la

instalación de placas de acrílico de color negro con letras blancas en bajorrelieve, para una adecuada identificación de disyuntores y/o circuitos.

Los tableros deberán poseer tapas atornilladas en el extremo superior e inferior del gabinete, con empaquetaduras de goma, para el paso de cables. La entrada y salida de cables se efectuará a través de prensa-estopas.

Las cajas de los Tableros, deberán ser diseñadas con amplitud suficiente para permitir el holgado ordenamiento de los conductores y la entrada de cables en cañerías de acero por sus extremos superior e inferior, a través de tapas removibles para perforar en terreno, con empaquetadura.

2.1.3.1 Barras de Distribución

Las barras de distribución serán de cobre electrolítico y tendrán como mínimo una sección de 12 x 3 mm o aquella que se indique en los planos del Proyecto y deberán soportar un cortocircuito de 10 KA y una corriente nominal de 100 A o la que se indique en los planos respectivos. Estas barras se conectarán directamente al disyuntor general del Tablero, una por cada polo, y se protegerán con un material aislante transparente con una señal de tensión peligrosa.

Las barras de distribución y de neutro, estarán montadas en material aislante de buena calidad, incombustible, no higroscópico, y tendrá un grado de aislación correspondiente a un voltaje de servicio de 600 V entre fases. La barra de neutro cumplirá las mismas exigencias que las barras de fase.

2.1.3.2 Conexiones de Circuitos y Neutro

Los Tableros deberán tener una regleta con bornes para la conexión de cada circuito, con su respectivo neutro. Estas regletas deberán instalarse en la parte inferior del gabinete. Los Tableros de Distribución que contengan contactores, deberán llevar una regleta separada físicamente para el alambrado de control de éstos.

2.1.3.3 Bornes de Circuitos de Alumbrado, Fuerza y Control

Los bornes serán tipo Viking de Legrand de conexión brida de poliamida beige o equivalente. Los bornes se instalarán sobre rieles tipo DIN 32 o equivalente. En ambos extremos de los rieles deberá instalarse un tope de fijación que sujete los bornes extremos, esta pieza será tipo Legrand 39400 o equivalente. En el borne del extremo derecho, de cada conjunto, deberá instalarse una placa terminal de aislación tipo Legrand para bornes Viking o equivalente.

Para unir los bornes correspondientes a los neutros de cada circuito, se deberá usar barras de conexión central, en montaje interior, tipo Legrand tipo 39413 o equivalente, con separadores. Todos los bornes deberán tener etiquetas numeradas correlativamente en ambos lados.

En todas las regletas, ya sean de control, comando, fuerza y alumbrado, deberán instalarse tres bornes de reserva, similares a los instalados, además de los indicados en planos. Los calibres típicos de los bornes son según su aplicación, de 2, 4, 6, 10 y 25 mm².

2.1.3.4 Cableado Interno

Los conductores de los alimentadores y alambrado interno de los Tableros serán de formación cableada, para tensión nominal no inferior a 600 V, mono conductores o multiconductores según se indique en planos del Proyecto (cuadros de cargas, diagramas unilineales y diagramas de control), para temperatura máxima de servicio de 90 °C, fabricados bajo normas IEC-60502 o similar, libre de halógenos y de baja emisión de humos tóxicos en caso de incendio. La sección mínima de los conductores en alumbrado es 1,5 mm² y la mínima en fuerza es 2,5 mm².

Los colores del cableado interior de los Tableros eléctricos, deberán respetar el código de colores de los conductores de fase, neutro y tierra indicado en el Reglamento Interno de METRO S.A., reglamento que establece los siguientes colores:

- Fase 1, A o R : Rojo
- Fase 2, B o S : Azul
- Fase 3, C o T : Negro
- Neutro : Blanco
- Tierra : Verde
- Positivo CC : Rojo
- Negativo CC : Negro

Los cables monoconductores necesariamente deberán ser coloreados de acuerdo al código señalado. En el interior de los tableros los accesorios de soporte y amarre de cables serán de materiales libres de halógenos. El cableado interno debe ejecutarse colocando los conductores en forma ordenada, no deben quedar apretados ni mezclados. Los conductores de cada circuito deben tomarse juntos, mediante amarras tipo Panduit y podrán llevarse en forma vertical u horizontal en el interior de canaletas de PVC del tipo Lina 25 de Legrand o equivalente, con tapa. La alimentación a un disyuntor o contactor deberá llegar a la parte superior del elemento o al polo fijo. Toda conexión de cable a un contactor se hará mediante terminal aislado prensado, de argolla tipo MV de 3M o equivalente.

2.1.3.5 Lámparas de Presencia de Tensión (Luces Piloto)

Las lámparas de señalización de presencia de tensión serán de la familia XB2-BV de Telemecanique o equivalentes, para lámparas de neón de 125 V o 220 V. Las lámparas serán con base tipo bayoneta. La señalización deberá llevar una marca deacrílico negro con letras blancas de 7 mm que indique la fase correspondiente. Las lámparas de presencia de tensión, se conectarán a la llegada del disyuntor general del tablero y se protegerán mediante fusibles de 2 A cada uno, uno por cada fase.

2.1.3.6 Disyuntores de Baja Tensión

Los disyuntores generales instalados en los diferentes tableros deben ser del tipo caja moldeada, para trabajo pesado (molded case - heavy duty), con una capacidad mínima de apertura de corriente de cortocircuito trifásico de 10 kA en 380 V, simétricos, según IEC 60947.2; podrán ser modelo NC100H de MerlinGerin o técnicamente equivalentes. Los interruptores de distribución podrán ser del tipo miniatura con un mínimo de 5 kA de capacidad de apertura de corriente de cortocircuito; podrán ser modelo C60A de MerlinGerin o técnicamente equivalentes.

2.1.3.7 Protecciones Diferenciales

Las protecciones diferenciales que están destinadas a los circuitos de enchufes de 220/380 V, tendrán una sensibilidad de 30 mA, para los polos y las capacidades de corriente que se indiquen en los planos de los proyectos. Podrán ser del tipo DPNa VIGI – MerlinGerin o equivalentes. Los diferenciales de 4 polos serán tipo ID de MerlinGerin o equivalentes.

2.1.3.8 Borneras

Los Tableros deberán estar provistos como mínimo de dos regletas del tipo apilable, una instalada sobre la placa de montaje de equipos (parte fija) y otra en la parte interior de la puerta (parte móvil) donde irán montados los elementos móviles.

Los bornes instalados en la parte fija servirán para la conexión de los diferentes circuitos (fuerza y control), mientras que los bornes instalados en la parte móvil servirán exclusivamente para la conexión de los elementos instalados en la puerta o tapa cubre equipos, tales como selectores, pulsadores, etc.

La interconexión entre las regletas descritas deberá ejecutarse con conductor de cobre extra-flexible N° 16 AWG que no interfiera el buen funcionamiento de la puerta y no sufra daño con la operación de ésta. Se deberá considerar un 30% de bornes de reserva.

2.1.3.9 Espacios Libres y Reservas

Se dejará un espacio de 30 % de reserva para crecimiento futuro (regletas, contactores, interruptores), adicionalmente se dejarán como mínimo 25 cm entre tablero o plancha metálica que sostiene a los elementos y componentes del tablero en todas las direcciones, excepto hacia arriba, donde deberá considerarse un espacio libre de 50 cm.

2.1.3.10 Identificación de Tableros

Los Tableros se identificarán en la puerta, frente exterior extremo superior, con un letrero acrílico de fondo negro y letras blancas en bajorrelieve con la sigla establecida en planos para el correspondiente tablero. El tamaño de este letrero será de 20 x 3,5 cm. Además de lo anterior y de acuerdo a lo establecido en el artículo 6.0.4 de la norma Nch. Elec. 4/2003, los tableros deben llevar estampada en forma visible, legible e indeleble la siguiente información:

- Marca de fabricación.
- La tensión de servicio, la corriente nominal y el número de fases.
- Nombre o marca registrada del instalador eléctrico.

Esta información será estampada en un letrero de acrílico de fondo negro y letras blancas (bajorrelieve) de tamaño adecuado a la información que contiene. La hoja de dibujo N° 1, muestra la ubicación propuesta de las marcas de identificación de tableros.

2.1.3.11 Identificación de Elementos

Los Tableros en la parte correspondiente a la tapa cubre equipos, deberán llevar por cada disyuntor una placa de identificación con el número del circuito o nombre de él, correspondiente al que se indique en los planos del proyecto.

Todos los elementos de los Tableros deberán marcarse con la denominación descrita en los planos unilineales del proyecto, dentro del gabinete, de tal modo que al retirar la tapa cubre equipos se identifiquen claramente los elementos. Estas marcas podrán ser de un material plástico que se pegue junto al elemento y sin que se desprendan en el largo plazo o se descoloren.

Todos los cables que se utilicen para alambrados de circuitos de fuerza, alumbrado, control y comando deberán llevar marcas en ambos extremos, las marcas contendrán el número de circuito o de cable de control indicados en los diagramas unilineales o planos de control y serán instalados por cada fase o cable. El número y/o letra que se colocará en los extremos de los cables será tipo CAB 3 de Legrand o equivalente. Todos los bornes de las regletas deberán marcarse con el número y letra que figuran en los planos. Estas marcas serán del tipo Legrand para bornes Viking o equivalentes.

2.1.3.12 Portaplanos y Diagrama Unilineal

Todo Tablero, en el lado interior de la puerta, deberá llevar una porta tarjetero de plástico grueso. En esta porta tarjetero el Contratista deberá dejar para personal de Metro S.A., una tarjeta de tamaño oficio plastificada, con impresión del diagrama unilineal correspondiente al tablero con identificación clara de cada circuito que le pertenece, número y utilización del circuito. Se deberán proporcionar dos (2) de estas tarjetas por cada tablero, una de ellas se dejará en el tablero y la otra se entregará a Metro S.A.

Cuando corresponda, en tableros que lleven selectores de control, se marcarán los elementos con su nombre y se dispondrán de tal modo que exista una clara diferencia de cuales elementos pertenecen a cada función, por ejemplo, alumbrado, partir - parar, etc.

2.1.3.13 Puesta a Tierra

Los Tableros deberán estar provistos con una barra de cobre de similares características a las barras de las fases y neutro; para las conexiones de tierra, a esta barra de cobre se conectará el cable de tierra que provendrá de la puesta a tierra general del recinto técnico, ya sea desde las bandejas o de las barras de tierra existentes en el recinto técnico.

Además, para la puesta a tierra del gabinete (chasis) del Tablero, de la tapa cubre equipos y de la puerta, los tableros deben incluir un perno de bronce de 6 mm de diámetro en la parte inferior del Tablero, lado izquierdo, atornillado en una tuerca que vendrá soldada en el gabinete. Desde este perno se conectarán dos cables de cobre trenzado, uno hacia la tapa cubre equipos y el otro hacia la puerta del Tablero.

2.2 Canalizaciones

2.2.1 Cañerías de Acero Galvanizado (CAG)

Se utilizarán ductos metálicos de tipo cañería de pared gruesa, ya sea a la vista, embutidos y/o preembutidos. Estos ductos serán de acero galvanizado para uso eléctrico tipo conduit Norma ANSI C80-1. Por ningún motivo se permitirá otro tipo de ductos metálicos. Los diámetros mínimos serán los siguientes:

- 1" para conduits subterráneos.
- 3/4" para conduits a la vista o preembutidos.

Las curvas por terreno sólo se ejecutarán con herramientas o curvadoras apropiadas para tales usos, de modo de no dañar ni disminuir el diámetro efectivo de los conduits. Se deberá tener especial cuidado de respetar el radio de curvatura mínimo exigido por las normas. Las curvas se ajustarán a lo indicado en los planos del proyecto. En todo caso no se permitirán más de dos curvas de 90° entre cajas o accesorios o más del equivalente a 180° en curvas. Si así ocurriera deberán usarse cajas de paso y/o condulets.

En general, en los planos de canalizaciones no se indican las cajas de paso y condulets salvo en los casos en que se requieren en una ubicación precisa; por lo tanto, el Contratista deberá determinar en terreno la ubicación de éstas, de acuerdo a lo descrito en los reglamentos y normas eléctricas.

Los conduits se unirán con coplas roscadas galvanizadas, con a lo menos cinco hilos pasados en la copla; estas uniones deberán sellarse con masilla especial o con pintura de zinc. En el caso de conduits embutidos en concreto no se aceptarán uniones no herméticas. En la necesidad de hacer hilos, estos deberán realizarse con tornos automáticos para hilo estándar. Los extremos de los conduits deberán repasarse con limatón, de modo de eliminar toda rebaba o elemento cortante que pueda dañar la aislación de los conductores.

La superficie interior de los conduits deberá ser suave y limpia. Antes de instalarse deberá revisarse para eliminar rebabas o incrustaciones interiores. No se aceptarán ductos con incrustaciones que puedan dañar la aislación de los conductores. Los conduits que lleguen a cajas sin entradas con hilo, se afianzarán a éstas mediante contratuerca por el exterior y tuerca y boquilla por el interior de las cajas, todas estas piezas galvanizadas. La terminación en bandejas o escalerillas también se hará con boquillas.

Las cañerías que no se usen y las de reserva deberán quedar protegidas con tapa-gorro y enlauchadas. Los conduits a la vista se fijarán a los soportes con abrazaderas de acero galvanizado tipo estándar para montaje a riel Unistrut.

La separación máxima de los soportes de conduits será la siguiente:

Conduit Separación:

- 1" de diámetro o menos 1.5 m
- 1 1/4" de diámetro o más 2.0 m
- Grupos de Conduits 1.5 m

Todas las cajas de paso o derivación deberán ser estancas, a prueba de polvo y humedad. La soportación de las cajas deberá ser independiente de los ductos que llegan a ellas. Los conduits a la vista deberán disponerse en forma ordenada, los recorridos serán verticales u horizontales y quedar estéticamente presentables.

No podrán efectuarse perforaciones a las estructuras metálicas para la soportación de la canalización sin la aprobación de Metro S.A. La fijación de soportes a estructuras metálicas se hará preferentemente mediante soldaduras o prensas adecuadas para este uso. Cuando los soportes se suelden a las estructuras se deberá tener especial cuidado de usar el amperaje adecuado para no perforar la pared de los perfiles.

Una vez soldados, se removerá la escoria y se hará limpieza con escobilla de acero y se pintará la superficie afectada con dos (2) manos de pintura antioxidante y dos (2) manos de pintura para galvanizado en frío. Las pasadas de muros en salas, canaletas o cámaras deberán ser selladas. El tamaño de la pasada deberá ser suficiente para disponer de espacio para el sello.

2.2.2 Ductos Metálicos Flexibles

Se usarán ductos metálicos flexibles en la llegada a motores u otros equipos eléctricos que presenten vibraciones durante su operación. Estos ductos serán de acero galvanizado y sellados para agua. Las uniones con ductos rígidos o cajas se harán con los conectores apropiados al diámetro y tipo de conexión. Entre la caja de un motor o equipo y el ducto rígido de llegada o caja de llegada, se usará como unión un ducto flexible de no más de 50 cm.

2.3 Líneas Generales de Alimentadores y Sub-Alimentadores

Se deberán considerar todas las líneas generales, alimentadores y subalimentadores indicadas en láminas de esquemas y cuadro de alimentadores. Los medios de canalización de las líneas generales, alimentadores y subalimentadores, serán redes de escalerillas, bandejas portaconductores y PVC Conduit de las dimensiones indicadas en planos.

Los conductores a utilizar serán cables monopolares, contruidos con hebras de cobre blando y aislación termoplástica XLPE con tensión de servicio 600 V y temperatura de servicio 90°C. Todos los conductores deberán ser con aislación EVA y regirse de acuerdo al código de colores indicado en las normas SEC.

Cuando los alimentadores, sean de un mismo color (negro), secciones superiores a 21 mm²; deberán rotularse las fases cada 10m., con un tipo de pintura de buena adherencia a la aislación u otro método que garantice la permanencia en el tiempo de la marca, respetando el código de colores establecido en la NCH. 4/2006, art. 8.0.4.15. Además, rotulando el número de circuitos cada 5m, en los extremos con huinchas de colores plásticas de vinilo.

Para montajes de conductores en escalerillas y bandejas, se consultan cinturones de Nylon panduit, 3M (amarra cables), adecuados para el diámetro de los conductores. Por otra parte, los alimentadores generales deberán identificarse claramente en toda su extensión, utilizando para ellos cinturones de Nylon con paleta de identificación inscritos con lápiz indeleble marca Staedtler rojo REF. 37298.

No se aceptarán en ningún caso, uniones en los alimentadores. Las marcas recomendadas para conductores serán: COVISA, NEXANS, COCESA Y TOPCABLE. Los largos indicados en cuadros de alimentadores son informativos, los proponentes deberán efectuar sus propias mediciones.

Previo a la energización de cada uno de los alimentadores, se deberán realizar pruebas de aislación con Megger 1000 V, debiéndose entregar protocolos de prueba para aceptación de la ITO.

2.4 Cableado de Distribución

2.4.1 Especificaciones Técnicas de los Conductores

Los conductores que se instalen al interior de recintos técnicos, serán de formación cableada de cobre blando, para tensión nominal no inferior a 600 V, monoconductores o multiconductores según se indique en planos del proyecto, para temperatura máxima de servicio de 90 °C, apropiados para instalar en bandejas, escalerillas o ductos metálicos.

La aislación deberá ser libre de halógenos, baja emisión de humos, que no produzcan gases tóxicos ni corrosivos y retardante a la llama. Tanto la aislación como la cubierta estarán compuestas de Etil-Vinil-Acetato (EVA) o equivalente. Los conductores serán fabricados bajo norma IEC 60502 o equivalente. La sección mínima de los conductores en alumbrado será de 1,5 mm² y la mínima de fuerza de 2,5 mm².

2.4.2 Código De Colores

El uso de conductores, en el tendido y conexión de los circuitos de Alumbrado y Fuerza deberá respetar el código de colores de los conductores de fase, neutro y tierra normalizados por METRO S.A., es decir:

- Fase 1, A o R : Rojo
- Fase 2, B o S : Azul
- Fase 3, C o T : Negro
- Neutro : Blanco
- Tierra : Verde
- Positivo CC : Rojo
- Negativo CC : Negro

Los cables monoconductores necesariamente deberán ser coloreados de acuerdo al código señalado.

2.4.3 Tendido de Conductores

Los conductores se tenderán en bandejas, escalerillas y/o ductos. Para el tendido de conductores, se deberá respetar la fuerza de tracción máxima tolerable, establecida por normas y fabricantes, según la sección y tipo de cable. Los elementos que se utilicen para tirar deben garantizar que durante la tracción todos los conductores estén sometidos al mismo esfuerzo compatible con los máximos permitidos por las normas.

La utilización de pastas o lubricantes en el tendido de conductores en ductos debe garantizar que no atacará física o químicamente al conductor y al ducto.

2.4.4 Empalme de Conductores

Los cables deberán ser continuos entre salidas y terminales. No se permitirá la existencia de uniones en ductos y se evitará las uniones dentro de bandejas o escalerillas. Las derivaciones deberán hacerse en las regletas de terminales de los tableros o en las cajas de derivación.

Los terminales de conductores deben ser del tipo de apriete por compresión colocados con las tenazas o prensas adecuadas. En el caso de conexiones con pernos, estos se bloquearán con tuerca, golilla de seguridad y golilla plana. El apriete de los terminales a barras y entre barras deberá efectuarse con llave de torque con el torque normalizado para la dimensión y material del perno.

Se evitará que los conductores tengan uniones en su recorrido; si esto no fuera posible, se podrán realizar uniones mediante conectores de compresión tipo Scotch-Lok serie 10.000 o tipo MVU de 3M, o equivalentes de acuerdo a las secciones correspondientes. En las uniones y derivaciones se usarán dos tipos de cintas aisladoras, una de aislación de goma, tipo 3M N° 23 o equivalente y otra de protección vinílica, tipo 3M N° 33 o equivalente. Estas cintas deberán cubrir las uniones o derivaciones, con una primera capa de cinta N° 23 y las capas siguientes con cinta N° 33 hasta un espesor de aislación y protección equivalente a las del conductor.

Los conductores que lleguen al interior de los tableros, se conectarán a los elementos, bornes, interruptores u otros utilizando terminales aislados. Los conductores canalizados en escalerillas y bandejas, se tenderán ordenadamente conservando su posición y ordenamiento a lo largo de todo su recorrido. Estos conductores deberán amarrarse, formando paquetes separados por cada circuito, por medio de collarines plásticos tipo Panduit o equivalente. En escalerillas y bandejas verticales, los conductores deberán fijarse a éstas con las mismas amarras para evitar deslizamientos.

En el interior de los tableros y equipos los cables deberán quedar ordenados y sujetos con amarras plásticas, tipo collarines colring marca Legrand o similar. La conexión de un cable a regleta por ningún motivo será utilizada como soporte del mismo. Si se hace necesario soportar cables, se deberá colocar soportes adecuados y fijar los conductores a ellos. Otras uniones entre conductores, que surjan como necesarias, se ejecutarán con soldadura de plomo-estaño.

2.4.5 Identificación de Conductores

Los conductores y cables deberán identificarse con la marca del circuito o tablero indicado en los planos. Estas marcas se colocarán en los extremos terminales y se repetirán cerca de las salidas de tableros, en cada caja de conexión y/o derivación, en escalerillas y bandejas cada 20 m y en la entrada y salida de ductos.

Para marcar los cables multiconductores se usarán placas de identificación grabadas en forma indeleble tipo Duplix de Legrand o similar, amarrada al cable; para marcar los conductores individuales se usarán anillos montados sobre el conductor o manguitos termocontraíbles.

2.4.6 Protección Mecánica de los Conductores

Para los cables que sigan caminos verticales, sobre las bandejas o escalerillas se instalarán tapas de acero galvanizadas en caliente que proporcionen una protección eficaz en todo el recorrido vertical.

Cuando los conductores atraviesen muros o losas, las perforaciones (pasadas de muro o losa), deben ser protegidas mediante goma o PVC de tal forma de proteger a los conductores de las asperezas o rebabas que presenten estas pasadas. Luego de la instalación de conductores, las pasadas deben ser selladas con un material resistente a la llama en base a una espuma de silicona expandible, RTV 3-6548 de Mathiesen o similar. La hoja de dibujo N° 3, muestra las protecciones de cables que se pueden implementar en pasadas de losa o muros.

Cuando las pasadas de muros y losas se hagan a través de bandejas o escalerillas, luego de la instalación de los conductores, se deberán sellar con un material resistente a la llama en base a una espuma de silicona expandible, RTV 3-6548 de Mathiesen o similar.

Los conductores se protegerán en las entradas y salidas a bandejas o escalerillas, instalando una cubierta de PVC o de goma en las zonas o bordes que estén en contacto con los conductores que entran o salen, tales como palillos, extremos de bandejas o escalerillas y otras. La hoja de dibujo N° 2 muestra las protecciones que se pueden instalar.

2.4.7 Pruebas de Conductores

Antes del conexonado definitivo de los conductores, deberán realizarse las pruebas que se indican más adelante, las que deberán ser respaldadas mediante protocolos de pruebas apropiados. Sólo ante resultados satisfactorios se realizará el conexonado definitivo y la puesta bajo tensión de los conductores. Se realizarán pruebas para comprobar que los conductores y circuitos cumplen las siguientes condiciones:

Todos los conductores de cada circuito, sean de alumbrado, fuerza, control y comando, calefacción, etc., son continuos y están libres de cortocircuitos. Todos los conductores están libres de conexiones a tierra no especificadas. La resistencia de la aislación con respecto a tierra de todos los conductores, no conectados a tierra, no es inferior a mil (1.000) ohm por volt de régimen de servicio del conductor, de acuerdo a lo establecido en el artículo 9.2.2.3 de la norma Nch. Eléc. 4/2003.

3 Montajes

El presente capítulo regula las obras de montaje de la instalación del Proyecto "Piso 7° SEAT".

3.1 Canalizaciones

Los recorridos de las canalizaciones mostrados en los planos son indicativos y corresponden al mejor esquema de trazado previsible en la etapa de proyecto. El Contratista será responsable de su correcta ejecución física y podrá introducir ligeras modificaciones de terreno. El Contratista podrá proponer cambios mayores sólo si las interferencias que se presenten en terreno sean de tal magnitud que impidan la ejecución del trazado previsto.

En ambos casos, previo al montaje de las canalizaciones, la Inspección aprobará por escrito los cambios que se determine adoptar, con consulta al Ingeniero Proyectista si se estima necesario.

En general en los planos de canalizaciones no se indican las cajas de paso, salvo en los casos en que se requieren en una ubicación precisa, por lo tanto, el contratista deberá determinar en terreno la ubicación de éstas, de acuerdo a lo descrito en punto anterior y a los reglamentos y normas descritos con anterioridad.

Para esta obra el proyecto contiene básicamente los siguientes sistemas de canalizaciones:

Conduits de acero galvanizado de pared delgada (EMT): Se montarán cuando se requieran canalizaciones a la vista en interiores.

Conduits de acero galvanizado de pared gruesa ANSI 80.1; se podrán utilizar en cualquier tipo de instalación, de preferencia en instalaciones a la vista en exteriores o en atravesos de caminos en ductos subterráneos.

Escalerillas y Bandejas porta conductores. Se utilizarán como canalización troncal, a lo largo del interior de los edificios, a partir de estas se instalarán las derivaciones hacia tableros o circuitos.

3.1.1 Montaje de Conduits.

Todas las curvas deben ser fabricadas en terreno. Las curvas realizadas en terreno, se deberán ejecutar con herramientas o curvadoras aprobadas, de modo de no dañar ni disminuir el diámetro efectivo de la tubería. Se deberá tener especial cuidado de respetar el radio de curvatura mínimo exigido por las normas.

Las curvas se ajustarán a lo indicado en los planos. No se permitirán más de dos curvas de 90° sexagesimales entre cajas, o accesorios. Si así ocurriera deberán usarse cajas de paso.

Los tubos metálicos se unirán con coplas, las cuales en caso de ser atornilladas deberán sellarse con pintura anti óxido de alto contenido en zinc.

Los extremos de los conduits metálicos deberán terrajarse a lo menos con 9 hilos. Se usarán lubricantes adecuados durante esta labor para evitar saltaduras en los hilos. En el caso de utilizarse tubería tipo EMT se deberán utilizar los terminales fabricados especialmente para ese tipo de tubería.

La superficie interior de las tuberías debe ser suave y limpia. Antes del montaje deberá revisarse su interior para eliminar rebabas o incrustaciones dañinas. Las rebabas se eliminarán usando limatón o escariador. No se aceptarán ductos con incrustaciones que puedan dañar la aislación de los conductores.

Los tubos a la vista se fijarán a los soportes con abrazaderas tipo CADDY de acero galvanizado. En caso de ir más de un tubo en paralelo, se deberá utilizar separadores que garanticen el paralelismo de los mismos.

La separación máxima de los soportes será la siguiente:

1" de diámetro o menos:	1,5m
1 1/4" a 2 1/2" de diámetro:	2,0m
2 1/2" de diámetro o más:	2,5m
Grupos de conduits	2,0m

Todas las cajas de paso o derivación deberán ser de acero galvanizado tipo A-01 estancas a prueba de polvo y humedad. La soportación de las cajas debe ser independiente de los ductos que llegan a ellas.

Los ductos a la vista deberán disponerse en forma ordenada, los recorridos serán verticales u horizontales y paralelos a los ejes principales y quedar estéticamente presentables. Las llegadas a cajas o tableros deben ser verticales u horizontales según sea el caso. Todas las cajas de derivación de especialidades deben ir rotuladas.

En lugares donde se instalen varios ductos se pondrá especial cuidado en mantener el paralelismo.

Los ductos instalados en forma horizontal tendrán una leve pendiente hacia una de las cajas (aprox. 0,1%).

Cuando los soportes se suelden a las estructuras se deberá tener especial cuidado de usar el amperaje adecuado para no perforar la pared de los perfiles. Una vez soldada, se removerá la escoria y se hará limpieza con escobilla de acero y se pintará la superficie afectada con dos (2) manos de pintura antióxido de distinto color y dos (2) manos de pintura de terminación cuyo color determinará la Inspección.

Cuando se utilicen rieles (Soportes rectos) como soportes de ductos, su longitud se sobredimensionará en un 25% mínimo del largo requerido, de modo de permitir futuras ampliaciones de canalizaciones.

Las pasadas de las paredes hacia el exterior o al entrar en salas deben ser selladas. De preferencia los atravesos se harán a través de cajas de derivación ubicadas a ambos extremos de la pared.

3.1.2 Escalerillas y Bandejas

Las escalerillas y bandejas serán de acero galvanizado en caliente, al igual que sus componentes y elementos de soporte. Se exigirá ausencia total de asperezas en la superficie de apoyo de los conductores.

El espesor del acero antes de galvanizar será de 1,9 mm, los laterales de las escalerillas tendrán un espesor de 2,5 mm y los travesaños se construirán con un espesor de 1,5 mm; las dimensiones serán las que se indiquen en los planos del proyecto.

Las bandejas y escalerillas serán diseñadas con un porcentaje de reserva para instalación de cables futuros equivalente al 100 % de la cantidad de cables considerada en el diseño original. No obstante, lo anterior, las dimensiones mínimas de las bandejas o escalerillas que se instalarán serán de 200 x 50 mm.

Las piezas que se corten o modifiquen en terreno no deberán contener aristas que puedan dañar los cables, se suavizarán y se terminarán con antioxidante y pintura para galvanizado en frío.

Los soportes, se instalarán de acuerdo a las condiciones del terreno y de manera tal que las bandejas y escalerillas puedan soportar una carga vertical puntual de cien (100) kilogramos entre dos soportes, en cualquier punto, sin presentar deformación.

Las separaciones entre los soportes de las escalerillas, no deberán exceder las distancias indicadas en los planos o recomendadas por el fabricante y en ningún caso ser mayores a 1,5 m. Las escalerillas se fijarán a los rieles de soporte con mordazas u otros elementos adecuados.

Los componentes de los soportes para escalerilla y sus elementos de fijación serán tipo estándar (rieles, pernos, mordazas, abrazaderas, etc.). En tramos rectos que superen los cincuenta (50) metros de longitud, las bandejas y escalerillas deberán llevar juntas de dilatación.

En los recorridos o disposición vertical, las escalerillas deberán llevar tapas. Las bandejas deberán llevar tapas en todo su recorrido. Cuando estas canalizaciones lleven sólo cables de potencia de un diámetro mayor a 16 mm, la suma de los diámetros de todos los cables no deberá exceder los 90 % del ancho de la bandeja o escalerilla, instalados en una sola capa.

Donde todos los cables de potencia sean de un diámetro menor que 16 mm, la suma de la sección transversal de todos los cables no deberá exceder del 20 % de la sección transversal total de la bandeja o escalerilla. Donde existan cables de potencia de diámetro mayor que 16 mm en la misma bandeja con cables de diámetro menor que 16 mm, la suma de la sección transversal de estos últimos debe ser menor del 20 % de la sección transversal disponible en la bandeja después de tender los cables de diámetro mayor que 16 mm en una sola capa y sin cables pequeños entre medio.

En las bandejas o escalerillas que soporten sólo cables de control, la suma de la sección transversal de todos los cables no debe exceder del 50 % de la sección transversal interior de la bandeja o escalerilla.

3.2 Cableado

Se entiende por cableado el tendido de los conductores eléctricos por las respectivas canalizaciones y conexiones a los equipos correspondientes. El tendido se efectuará cumpliendo las siguientes condiciones:

- Tendido ordenado, sin cruces: cualquier cable podrá retirarse con facilidad
- Conservar radios de curvatura especificados por el fabricante
- Tender sistemas trifásicos completos dentro de una canalización (cables unipolares)
- Marcado de cables
- Efectuar correcta administración de los carretes y rollos de cables

Todo cableado se realizará en forma manual o con equipos y herramientas de fabricación específica para estos usos, previa autorización de la Inspección.

El alambrado de conductores se hará con sumo cuidado quedando prohibido el uso de medios mecánicos para esta labor, salvo previa autorización de la inspección.

Sólo se permitirá el uso de lubricantes autorizados no aceptándose el uso de vaselina, grasa o similares.

Para tender cualquier circuito debe estar terminado el montaje de ductos, escalerillas, trincheras, y soportes del sector.

Los cables de fuerza y control deberán marcarse cerca de los extremos terminales con el número de circuito indicado en los planos. Estas marcas se repetirán cerca de las salidas de cajas y escalerillas donde concurren varios circuitos.

Se deberá usar un tipo de marca indeleble, marca 3M, Legrand o similar.

Los cables de baja tensión y control deberán ser continuos entre salidas y terminales. No se permitirán uniones dentro de las canalizaciones, solo e cajas de derivación. Las derivaciones deberán hacerse en las regletas de terminales de los tableros o en las cajas de derivación.

Los conectores y terminales de baja tensión deben ser de apriete. Para cables de sección igual o inferior a #8AWG (o 6[mm²]) se usará terminales marca "3M", tipo scotchlock o similar.

Se usarán dos tipos de cintas:

- De aislamiento, marca 3M N° 23 o similar
- De protección, marca 3M N° 33 o similar

Estas cintas deberán cubrir las uniones con capas de cinta N° 23 y N° 33 hasta un espesor de aislamiento y protección equivalente a las del cable.

Los cables deberán almacenarse en lugares secos y todas las herramientas y materiales necesarios para su instalación deberán protegerse de la humedad. Los extremos de los cables deberán mantenerse sellados.

Los conductores canalizados en escalerillas se tenderán ordenadamente, debiendo amarrarse entre sí por medio de amarras plásticas. En escalerillas verticales, los conductores deberán fijarse a éstas con las mismas amarras para evitar los deslizamientos propios del peso. En especial, los conductores de sección bajo 4[mm²] que se dispongan en escalerillas, se instalarán liados en haces que aseguren la rigidez mecánica del conjunto.

En el interior de los tableros y equipos los cables deberán quedar ordenados y amarrados con amarras plásticas.

La conexión de un cable a regleta, por ningún motivo será utilizado como soporte del mismo. Si se hace necesario soportar cables, el Contratista deberá colocar soportes adecuados y fijar los conductores a ellos.

La sección mínima de conductores será según cuadros de carga y planos.

En el caso de dejarse chicotes para futuras conexiones, éstos tendrán una longitud de 20[cm] libres.

No se permitirán cambios de secciones en los conductores de un mismo circuito, debiendo respetarse aquéllas hasta el último artefacto o centro alambrado.

Cada conductor de llegada a tablero deberá ir marcado adecuadamente, con marca clara, legible e indeleble.

3.3 Equipos y Tableros

Como equipo se entenderá a todo equipo eléctrico de baja tensión, sean tableros generales, tableros generales auxiliares, tableros de distribución, reguladores de voltaje, UPS, etc.

3.3.1 Anclaje

Todo equipo que se instale al interior de los recintos técnicos, deberá quedar adecuadamente anclado, ya sea a pisos o muros, según sus características. Los anclajes deberán ejecutarse de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto e instrucciones de los fabricantes.

Como medio de anclaje podrán utilizarse tarugos metálicos, pernos químicos u otro sistema que garantice la estabilidad y resistencia al sismo de los equipos. En ningún caso se aceptará el uso de tarugos plásticos.

3.3.2 Alturas Máximas de Montaje

Para la ubicación de los tableros, se verificará que se cumpla con las alturas mínimas y máximas de montaje de los dispositivos de comando o accionamiento colocados en un tablero, especificado en un mínimo de 0,60 m y un máximo de 2,0 m, medidas respecto del nivel de piso terminado, según se especifica en el artículo 6.2.1.16 de la norma Nch. Elec. 4/2003.

3.3.3 Espacios de Trabajo

Para definir la ubicación de los tableros, deberá verificarse que no se interferirá con las maniobras de operación y mantenimiento del propio tablero que se instala ni con otros tableros o equipos que existan en el recinto. En particular, se debe verificar que se cumplirán con los espacios mínimos de trabajo exigidos en la norma Nch. Eléc. 4/2003, especificados en la tabla N° 5.1 de dicha norma, cuya copia se adjunta a continuación.

Tensión respecto a tierra [V]	Espacio libre mínimo - [m]		
	Condición		
	1	2	3
0 – 200	0,75	0,75	0,90
201 – 1.000	0,75	1,10	1,20

Espacios mínimos requeridos para inspección, operación y mantenimiento de tableros energizados (extracto tabla N° 5.1 de norma Nch. Eléc. 4/2003). Condiciones de aplicación de la tabla N° 5.3.3

Condición 1.- Lugares en donde en un lado existen partes energizadas descubiertas y el lado opuesto es no conductor, o bien, partes energizadas a ambos lados, pero protegidas convenientemente mediante cubiertas aislantes removibles.

Condición 2.- Lugares en donde existen partes energizadas descubiertas en un lado y el lado opuesto está formado por material conductor puesto a tierra. Los muros de hormigón, ladrillos, ladrillos enlucidos con mortero de cemento o recubiertos con cerámicos se considerarán muros conductores puestos a tierra.

Condición 3.- Partes energizadas descubiertas a ambos lados con el operador trabajando entre ellas.

Excepción: No serán necesarios estos espacios de trabajo detrás de los tableros o centros de control que tengan acceso a todos sus controles, conexiones y operación por la parte frontal o los costados. En todo caso, desde estas posiciones se deberán respetar los valores mínimos establecidos en la tabla 5.2.3. Si la parte energizada descubierta está ubicada en la parte frontal de un Tablero o Centro de Control, el espacio de trabajo libre mínimo será de 1,50 m. En la hoja de dibujo N° 6 se representan estas distancias mínimas de trabajo.

3.4 Equipos de Alumbrado

Las luminarias se instalarán según la ubicación señalada en los planos del proyecto, para detalles de montaje y especificaciones particulares, referirse al proyecto particular de iluminación.

4 Pruebas y Puesta en Marcha

El contratista deberá, a su costo, realizar las pruebas que aseguren que la instalación está apta para ser energizada.

El contratista deberá preparar y presentar los protocolos de pruebas para aprobación de ITO. Una vez aprobados los protocolos, será el responsable de la ejecución de las pruebas.

Cualquier falla o rechazo de las pruebas debido a una falla en el equipo o a una mala instalación deberá ser corregida dentro del plazo que otorgue la comisión ITO. Estas correcciones serán totalmente a costo del Contratista.