




GERENCIA DESARROLLO DE PROYECTOS
GERENCIA DE INGENIERÍA OBRAS Y ARQUITECTURA

INGENIERÍA DE DETALLE
TALLERES Y COCHERAS LÍNEA 6
METRO DE SANTIAGO

CONTRATO N° PL6-0703-02-13

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES
ESTRUCTURAS METÁLICAS

0	30/06/14	PARA CONSTRUCCIÓN	FAC	FTG	DTH	MJE	
D	10/04/14	APROBACIÓN METRO	FAC	FTG	DTH	MJE	
C	31/03/14	APROBACIÓN METRO	FAC	FTG	DTH	MJE	
B	29/01/14	APROBACIÓN METRO	GRM	FTG	DTH	MJE	
A	27/01/14	REVISIÓN INTERNA	GRM	FTG	DTH	MJE	
REV.	FECHA	EMITIDO PARA	PREP	REV	J. ESP	J. PROY.	METRO
						APROBÓ	
			N° METRO S.A.		PL6-ID-0104-ETG-850-ES-00001-R00.docx		REV.00
			Página 1 de 37				

■ ÍNDICE

1. GENERALIDADES	4
1.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE	4
1.2. INSPECCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS	4
1.3. NOMENCLATURA	5
1.3.1. Definiciones	5
1.3.2. Abreviaturas	5
1.4. DISCREPANCIA ENTRE DOCUMENTOS	6
1.5. ALCANCE	6
1.6. CALIDAD DE LOS MATERIALES	7
1.7. SEGURIDAD	7
1.8. INICIACIÓN DE FAENAS	8
2. ESTRUCTURAS METÁLICAS	8
2.1. NORMAS	8
2.1.1. Normas Nacionales	8
2.1.2. Normas Internacionales	9
2.2. MATERIALES	10
2.2.1. Acero estructural	10
2.2.1.1. Perfiles y planchas de acero	10
2.2.1.2. Parrillas de piso	11
2.2.1.3. Perfiles tubulares	11
2.2.1.4. Tubos para barandas	11
2.2.2. Soldaduras	11
2.2.3. Pernos	11
2.2.4. Insertos	12
2.2.5. Tensores	12
2.3. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES DE LA FABRICACIÓN	12
2.4. FABRICACIÓN	12
2.4.1. Generalidades	12
2.4.2. Trazado y orientación de cortes	13
2.4.3. Métodos de corte	13
2.4.4. Conformado en frío	13
2.4.5. Terminación de los cantos	14
2.4.6. Preparación de biseles y juntas soldadas	14
2.4.7. Detalles de conexión	14
2.4.8. Soldaduras	16
2.4.9. Perforaciones para pernos	18

■ **ÍNDICE**

2.4.10.	Tolerancias	18
2.5.	MARCAS DE MONTAJE	18
2.6.	CONTROL DE CALIDAD DE FABRICACIÓN	19
2.6.1.	General	19
2.6.2.	Alcances de la Inspección	19
2.6.3.	Transporte y almacenamiento	19
2.6.4.	Verificación y control de materiales	19
2.6.5.	Calificación del personal	19
2.6.6.	Inspección de los procesos de fabricación	20
2.6.7.	Inspección de soldadura	20
2.6.8.	Inspección dimensional y presentaciones	20
2.6.9.	Rechazos y reparaciones	20
2.6.10.	Inspección del proceso de pintura	20
2.7.	ETAPAS PREVIAS AL MONTAJE	21
2.8.	MONTAJE	21
2.8.1.	Alineación y ajuste	21
2.8.2.	Montaje	22
2.8.3.	Apernaduras de alta resistencia	22
2.8.4.	Soldaduras en el terreno	22
2.8.5.	Retoques de las pinturas	23
2.8.6.	Tolerancias de montaje	23
2.9.	PINTURA	24
2.9.1.	Objetivo	24
2.9.2.	Inspección	24
2.9.3.	Materiales	24
2.9.4.	Ejecución de los trabajos	24
2.9.5.	Preparación de las superficies	26
2.9.5.1.	Preparación de la superficie en Maestranza	26
2.9.5.2.	Preparación de la superficie en Faena	26
2.9.6.	Aplicación de pinturas	26
2.9.7.	Control de calidad de las pinturas	27
2.9.7.1.	Ensayos de evaluación a los sistemas de protección	28
2.9.7.2.	Autocontrol del contratista	28
2.9.8.	Sistemas de revestimiento	30
2.9.8.1.	Galvanizado	30
2.9.8.2.	Pintura anticorrosiva	30
2.9.8.3.	Pintura antiincendios	32
2.9.8.4.	Mortero ignífugo proyectado	32
2.9.8.5.	Medidas de seguridad	33

■ ÍNDICE

3. OTRAS UNIDADES DE ACERO	34
3.1. PLACAS COLABORANTES.....	34
3.1.1. Normas.....	34
3.1.2. Materiales.....	34
3.1.3. Transporte y almacenaje	35
3.1.4. Colocación	35
3.2. PLANCHAS DIAMANTADAS.....	36
3.2.1. Normas.....	36
3.2.2. Materiales.....	36
3.2.3. Transporte y Almacenaje	36
3.2.4. Colocación	36

1 GENERALIDADES

1.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

El Alcance de la presente Especificación Técnica General se refiere a las disposiciones y requisitos generales mínimos que deben cumplir la mano de obra, los materiales, equipos y faenas para la fabricación y montaje de estructuras metálicas en la construcción de la obra "Talleres y Cocheras Línea 6".

En caso de discrepancia entre los planos y las especificaciones, prevalecerán los primeros, debiendo en todo caso hacerse la consulta al ingeniero proyectista.

Estas Especificaciones Técnicas serán complementadas con los planos de proyecto, normas vigentes y las instrucciones de la I.T.O.

En caso que parte del trabajo a realizar no se encuentre suficientemente detallado o explicado en las Especificaciones Técnicas o Planos, el Contratista deberá solicitar por escrito a la I.T.O., antes del comienzo de esa parte de la obra, las aclaraciones y complementaciones necesarias, tras lo cual deberá ejecutar las obras en conformidad con estas indicaciones, las que pasarán a formar parte del Proyecto.

1.2. INSPECCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS

METRO estará representado en las obras ante el Contratista por la Inspección Técnica de Obra (I.T.O.), la que deberá, entre otras funciones, formular las observaciones que le merezcan la ejecución de las faenas, la calidad de los suministros de materiales y cualquier otra que estime necesaria, interpretar los planos y especificaciones del proyecto, verificar la correcta dimensión y ubicación de los elementos elaborados en obra, verificar la protección de los materiales, equipos y demás elementos de la construcción, requerir el cumplimiento de las medidas de seguridad personal y de las instalaciones, controlar el cumplimiento de la programación de la obra, y velar por el orden y limpieza de los terrenos y recintos de trabajo.

En consecuencia, la I.T.O. estará facultada, entre otras atribuciones, para:

- Rechazar materiales llegados a la obra que no cumplan las especificaciones pertinentes.
- Suspender faenas cuando se compruebe incumplimiento de las bases, se realicen en forma descuidada o con peligro para personas o instalaciones, o no se tomen las muestras prescritas.
- Exigir ensayos especiales cuando a su juicio sean necesarios, y ordenar la paralización y eventualmente la demolición, a costa del Contratista, cuando no se hayan cumplido los requisitos especificados en cuanto a resistencia, dimensiones, ubicación y calidad de los materiales y obras ejecutadas, calidad de los equipos, etc.
- Velar porque se cumplan las tolerancias y requisitos de calidad expuestos en este documento y/o planos, teniendo la facultad de ordenar reparaciones de los trabajos que no cumplan con ellos, sin que esto implique gastos extra para Metro, ni cambios en los plazos del contrato.

El contratista no puede modificar esta especificación, salvo que METRO lo considere necesario, en cuyo caso la I.T.O. solicitará al Proyectista la aprobación de las modificaciones propuestas, las cuales sólo tendrán validez una vez que se cuente con la nueva versión de los documentos.

La I.T.O. tendrá como responsabilidad velar porque la construcción se efectúe de acuerdo con las especificaciones y planos del proyecto. Donde ellos no fueran aplicables, la I.T.O. consultará a METRO, quien adoptará las decisiones técnicas finales.

Por su parte, será responsabilidad del Contratista facilitar permanentemente la labor de la I.T.O.

1.3. NOMENCLATURA

1.3.1. Definiciones

- Propietario: METRO S.A. o las personas debidamente autorizadas para representarlo
- I.T.O.: Personal autorizado por METRO S.A. a cargo de la supervisión e inspección técnica de la construcción.
- Contratista: La persona natural o jurídica que, en virtud del contrato respectivo, contrae la obligación de ejecutar una obra material.
- Proyectista: Arquitectos, Ingenieros o Técnicos responsables de la preparación de los planos, especificaciones y otros documentos necesarios y suficientes para la ejecución de la obra.
- Fabricante: Empresa o persona responsable de la fabricación de las diversas partes de la estructura en sus talleres.

1.3.2. Abreviaturas

- INN: Instituto Nacional de Normalización.
- MOP: Ministerio de Obras Públicas.
- NCh: Norma Chilena.
- °C: Grados Celsius.
- ": Pulgada.
- µm: Micrón.
- AISC: American Institute of Steel Construction.
- ASTM: American Society for Testing and Materials.
- AWS: American Welding Society.
- cm: Centímetro.
- Kg: Kilógramo.
- Kg/mm²: Kilógramo por milímetro cuadrado.
- Kg/cm²: Kilógramo por centímetro cuadrado.
- Kg/m²: Kilógramo por metro cuadrado.
- MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- m: Metro.
- mm: Milímetro.
- psi: Libra por pulgada cuadrada.
- RCSC: Research Council on Structural Connections.

SSPC: The Society for Protective Coatings.

1.4. DISCREPANCIA ENTRE DOCUMENTOS

En caso de discrepancias entre distintos documentos se considerarán por este orden de prevalencia:

- 1) Detalles de plano.
- 2) Notas y detalles de planos generales.
- 3) Instrucciones de la Inspección Técnica de las Obras (I.T.O.).
- 4) Especificaciones Técnicas Particulares.
- 5) Especificaciones Técnicas Generales.

Adicionalmente a lo contenido en el párrafo anterior y como complemento o detalle al mismo, se atenderá a los siguientes criterios a la hora de resolver posibles incongruencias en la información contenida en distintas partes de un mismo documento o bien entre distintos documentos:

- a) En los planos, las cotas prevalecen sobre el dibujo y los planos de detalle sobre los generales.
- b) Los planos de estructuras suministran la información geométrica de detalle, los planos de arquitectura los acabados y los de instalaciones la información específica de los elementos a colocar durante la ejecución de las estructuras.
- c) Cualquier anotación o indicación en los planos que no esté indicado en las especificaciones o viceversa, se considerará especificada en ambos documentos.

1.5. ALCANCE

Las presentes especificaciones se refieren a las condiciones que deberán cumplir las estructuras metálicas, características de los materiales, fabricación y montaje, así como todas las tareas que tengan relación con la estructura en sí, su aspecto constructivo y controles de calidad.

Se encuentran incluidas todas las tareas que, a pesar de no mencionarse específicamente, estén incluidas en planos o sean necesarias por razones constructivas y/o técnicas.

La presente especificación cubre los trabajos correspondientes a todas las estructuras metálicas mostradas en planos, las cuales pueden ser elementos formados por planchas soldadas o perfiles plegados en frío, según lo habitual en Chile. Se incluye pernos y soldadura requerida para conectar los elementos.

Los siguientes trabajos y actividades quedan cubiertos por la presente especificación:

- Suministro y mantención de todos los materiales, productos, equipos, herramientas y mano de obra necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Ensayos de Certificación de calidad por laboratorios autorizados por la I.T.O., para productos y trabajos.
- Control de la ejecución de los trabajos.
- Coordinación de aprobaciones y recepciones de los trabajos por parte de la I.T.O.
- Almacenamiento de productos y materiales.
- Fabricación y montaje de estructuras.
- Preparación y limpieza de superficies de las estructuras de acero y otros elementos.

- Preparación de pinturas.
- Ejecución de pinturas de acuerdo con esta Especificación Técnica.
- Pruebas y ensayos de calidad de los sistemas de pinturas.
- Reparación de defectos al tratamiento de limpieza de la superficie y daños a las pinturas.

Lo indicado en esta especificación también se aplicará a todo trabajo de terreno de reparación o acabado de los sistemas de pintura que se definen más adelante.

No quedan incluidos dentro de esta especificación los siguientes elementos:

- Puertas y portones metálicos.
- Elementos de carpintería metálica.
- Acero de refuerzo para hormigón armado.
- Planchas de revestimiento para techos y muros.

1.6. CALIDAD DE LOS MATERIALES

La totalidad de los materiales necesarios serán suministrados por el Contratista, quien debe usar exclusivamente materiales nuevos, de origen claro y proveedor conocido, contando con la aprobación de la I.T.O.

Las características dimensionales y calidad de los materiales deberán cumplir las normas indicadas en estas Especificaciones Técnicas. Especial mención se hace al transporte y acopio de materiales, el cual deberá respetar lo establecido en las recomendaciones del Fabricante.

La I.T.O no aceptará el uso de materiales cuya composición sea cuestionable o no esté claramente definida.

Sólo se emplearán materiales de primera calidad que exhiban sello de calidad otorgado por un laboratorio autorizado por la I.T.O., entendiéndose por laboratorios autorizados a empresas de servicios cuya calificación haya sido previamente aprobada por el INN.

Los certificados emitidos por el Fabricante sólo serán válidos cuando cumplan con esta condición.

Si algún material de importancia no cuenta con el certificado, el Contratista debe financiar la ejecución de los ensayos correspondientes.

El uso de materiales similares a los especificados será aceptado por la I.T.O., previa presentación por parte del Contratista de los antecedentes que demuestren la equivalencia en la calidad de ellos.

En caso de falla, el Contratista debe responder y reemplazar dicho material.

El acero a emplear cumplirá con la absorción de energía respectiva (ASTM A6).

1.7. SEGURIDAD

En la ejecución de los trabajos, el Contratista tomará las medidas de seguridad necesarias para la protección de su propio personal, de los transeúntes y de la propiedad ajena, para lo cual se deberán considerar las prescripciones establecidas en las Normas y Criterios de Seguridad de Metro S.A., así como las que estipulen las presentes Especificaciones Técnicas y en especial lo siguiente:

- Colocación de elementos de iluminación en las zonas de excavaciones abiertas y en las zonas con obstáculos que interfieran al tránsito de vehículos y personas.

- El Contratista será responsable de la mantención permanente de las medidas de seguridad durante el período de construcción.

1.8. INICIACIÓN DE FAENAS

Una vez entregado el terreno al Contratista, éste deberá hacer un reconocimiento completo de los trazados, ubicando y verificando puntos de referencia y demás elementos indicados en el Proyecto para estos fines. El Contratista replanteará los ejes de cañerías, canaletas y obras especiales en conformidad con los planos respectivos.

La I.T.O. autorizará la iniciación de las obras sólo si ha recibido a conformidad las faenas de comprobación del replanteo; por lo tanto, será responsabilidad del Contratista comunicar a la I.T.O. y proponer soluciones oportunamente por cualquier interferencia o cambio en los trazados que pueda significar retraso en la iniciación de obras.

Todo cambio será autorizado expresamente por la I.T.O., contando con la aprobación previa del Projectista. Las modificaciones deberán ser incluidas en los planos respectivos.

2. ESTRUCTURAS METÁLICAS

2.1. NORMAS

Se observarán las prescripciones señaladas en la versión última de las siguientes Normas del Instituto Nacional de Normalización (INN), siempre que no sean contrarias a indicaciones anotadas en los planos de diseño o en estas Especificaciones Técnicas. Para todos los efectos, estos documentos forman parte de estas especificaciones.

2.1.1. Normas Nacionales

NCh203 Of.2006	Acero para uso estructural – Requisitos.
NCh 206 Of.1956	Acero laminado en barras para pernos corrientes.
NCh 208 Of.1956	Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
NCh209 Of.1972	Acero - Planchas gruesas para usos generales y de construcción mecánica – Especificaciones.
NCh212 Of.1979	Acero - Planchas delgadas laminadas en caliente para usos generales.
NCh300 Of.1977	Ingeniería Mecánica – Pernos, Tuercas y accesorios – Terminología, Nomenclatura y Designación.
NCh301 Of.1963	Acero - Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
NCh304 Of.1969	Electrodos para soldar al arco manual - Terminología y Clasificación.
NCh305 Of.1969	Electrodos para soldar al arco manual. Aceros al carbono y aceros de baja aleación. Códigos de designación e identificación.
NCh306 Of.1969	Electrodos revestidos para soldar al arco aceros al carbono y aceros de baja aleación. Descripciones.

NCh308 Of.1962	Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
NCh331 Of.1997	Pinturas, barnices y productos afines. Terminología.
NCh427 cR.1977	Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
NCh428 Of.1957	Ejecución de construcciones de acero.
NCh697 Of.1974	Acero. Barras y perfiles livianos. Clasificación y tolerancias.
NCh698 Of.1974	Acero. Barras y perfiles livianos. Requisitos generales.
NCh730 Of.1971	Acero - Perfiles estructurales soldados al arco sumergido.
NCh776 Of.1977	Electrodos desnudos para soldar al arco sumergido. Aceros al carbono y aceros de baja aleación. Especificaciones.
NCh935 Of 1997	Prevención de incendios en Edificios. Ensayo de resistencia al fuego. Parte 1: Elementos de construcción general
NCh1007 Of.1989	Pinturas. Determinación del espesor de película seca.
NCh1467 Of 1978	Prevención de riesgos en corte y soldadura al arco. Generalidades.
NCh1562 Of 1979	Protección personal. Pantallas para soldadores. Requisitos.
NCh1706 Of.1984	Prácticas recomendadas para el examen radiográfico de las uniones circulares soldadas a tope, por fusión, en planchas de acero de espesor menor o igual que 50 mm.
NCh1805 Of 1980	Protección personal. Ropa para soldadores.
NCh1974 Of 1986	Pinturas. Determinación del retardo al fuego.
NCh2042 Of.2000	Pinturas, barnices y productos afines. Clasificación según su uso y aplicación.
NCh2143 Of.1989	Pinturas. Determinación del tiempo de secado.
NCh2144 Of. 1989	Pintura y productos afines. Muestreo.
NCh2154 Of. 1991	Pinturas. Determinación de la adherencia.
NCh2369 Of. 2003	Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
NCh3214 Of.2010	Soldadura. Materiales de soporte. Electrodo y varillas de acero al carbono para soldaduras al arco con gas de protección.

2.1.2. Normas Internacionales

AISC 341-10	Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.
AISC 360-10	Specification for Structural Steel Buildings.
ASTM A 36	Standard Specification for Structural Steel.

ASTM A 6	Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.
ASTM F1145-92	Standard Specification for Turnbuckles, Swaged, Welded, Forged.
WS A 5.1	Specification for carbon steel electrodes.
AWS A 5.5	Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding.
AWS D 1.1	Structural Welding Code.
ASME B18.2.6 (2010)	Fasteners for Use in Structural Applications.
RCSC (2004)	Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts.
RCSC (2009)	Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts.
SSPC SP-1	Solvent Cleaning Standard.
SSPC SP-10/NACE NO2	Near-White Blast Cleaning.
SSPC-SP 6/NACE NO.3	Commercial Blast Cleaning.

Las normas INN mencionadas se complementarán con las últimas versiones de los Manuales del Instituto Chileno del Acero (ICHA) utilizado en lo referente a designación de perfiles, las Normas del American Institute of Steel Construction (AISC), American Society for Testing and Materials (ASTM) y las de American Welding Society (AWS).

En caso de discrepancia primarán las normas Norteamericanas respectivas.

2.2. MATERIALES

2.2.1. Acero estructural

2.2.1.1. Perfiles y planchas de acero

Los perfiles de acero estructural serán laminados, soldados o plegados.

Se usará un acero de ductilidad probada de acuerdo a las normas y códigos mencionados en el punto 2.1.

La calidad del acero estructural será ASTM A36 o A270ES o la indicada en los planos, y de soldabilidad garantizada.

Las planchas de acero para uso estructural serán de calidad ASTM A36 o A270ES y cumplirán con las normas NCh 203 of 77 y NCh 212, salvo indicación contraria.

El acero de procedencia extranjera cumplirá lo especificado en la norma ASTM A36. Deberá ser certificado por un laboratorio aprobado por la I.T.O. El certificado correspondiente deberá indicar como mínimo las características de soldabilidad, su límite de fluencia, resistencia a tracción y curva de alargamientos para distintas cargas de prueba, con el objeto de comprobar que tiene la ductilidad requerida.

2.2.1.2. Parrillas de piso.

Las planchas y parrillas de piso se fabricarán de acuerdo a disposición estándar con pletinas de acero calidad A240ES, A270ES o ASTM A36.

2.2.1.3. Perfiles tubulares

Los perfiles tubulares serán de acero calidad ASTM A36 o A270ES.

2.2.1.4. Tubos para barandas

Los aceros para barandas serán de acero calidad ASTM A53 Grado-B Schedule 40ST.

2.2.2. Soldaduras

Los electrodos a emplear para soldadura manual al arco, deberán satisfacer las Normas NCh 305 y 306, para corriente y posición adecuadas.

De acuerdo al código ANSI/AWS D1.1-96 se emplearan los siguientes tipos de electrodos:

- Calidad E70XX para acero A270ES.
- Calidad E70XX para acero A36 y A53 Gr B.
- Calidad E60XX para acero A240ES y A53 Gr B.
- Calidad F7XX.EXXX para soldaduras de arco sumergido.

Para soldadura automática por arco sumergido, los electrodos y fundentes deberán cumplir con la Norma NCh 776.

No se aceptarán electrodos que tengan polvo de hierro en su revestimiento, aunque cumplan con las Especificaciones de ASTM, por dificultar la inspección visual al disminuir defectos de terminación. Además, los electrodos deben cumplir con lo estipulado en las normas ASTM A 51 para las distintas calidades de acero según NCh 203 Of.2006.

Para soldaduras de planchas de 22 mm de espesor o superiores, deberá emplearse electrodos de bajo contenido de hidrógeno y precalentamiento a la temperatura apropiada para el espesor.

Todos los perfiles soldados se fabricarán mediante soldadura automática por arco sumergido.

Para la ejecución de las soldaduras se establecerán, previamente, los procedimientos adecuados para considerar factores tales como posición, accesibilidad, contracción de metales, espesores de los materiales conectados, tensiones residuales y distorsiones.

2.2.3. Pernos

Los pernos y tuercas de tipo corriente serán de acero calidad ASTM A307 y deberán cumplir con las normas NCh 300 y NCh 301.

Los pernos de alta resistencia serán según "Specification for High Strength Steel Bolts for Structural Joints" de acero de calidad ASTM A325 o A490.

Los pernos y tuercas de montaje serán de acero calidad ASTM A307.

Los pernos de anclaje serán de acero calidad ASTM A36.

2.2.4. Insertos

Los insertos serán de acero calidad ASTM A36 o A270ES.

2.2.5. Tensores

Los tensores serán de acero dulce forjado de calidad ASTM A36 galvanizado en caliente y deberán cumplir con la norma DIN 1480.

2.3. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES DE LA FABRICACIÓN

En general, se adoptarán las disposiciones constructivas y detalles de fabricación que aseguren que los elementos a fabricar cumplirán con lo indicado en los planos.

Deberá desarrollarse planos de fabricación y montaje de las estructuras que establezca el contrato. Estos planos serán de cargo del Contratista y deberán contar con la aprobación del Proyectista y la I.T.O. antes del inicio de la fabricación.

No se autoriza al Contratista para introducir modificaciones en los planos de diseño elaborados por el Proyectista.

En caso que sea necesario hacer modificaciones, el Contratista deberá solicitar previamente la aprobación de los cambios propuestos para dichos planos, no pudiéndose materializar éstos hasta que sean aprobados por escrito por el Proyectista.

2.4. FABRICACIÓN

La fabricación de cualquier elemento deberá ser iniciada una vez que sean aprobados y emitidos para construcción los planos de fabricación.

2.4.1. Generalidades

Los planos de diseño de los elementos serán proporcionados por el Proyectista responsable de dichos cálculos.

El Contratista deberá cumplir estrictamente con los perfiles, secciones, espesores, tamaños, pesos y detalles de fabricación que muestren los planos de diseño. La sustitución de materiales o la modificación de detalles deben ser aprobados por el Proyectista.

La fabricación de estructuras respetará las recomendaciones de las normas NCh 427 y NCh 428.

Los planos de fabricación serán elaborados por el Contratista y aprobados por el Proyectista a través de la I.T.O.

Los planos de fabricación incluirán toda la información necesaria para la fabricación de todas las piezas que constituyen las estructuras, y se desarrollarán de acuerdo a lo indicado en los planos de diseño. Cada plano llevará una lista de materiales.

Todos los elementos deberán llevar marcas de montaje, en correspondencia con las indicadas en los planos de fabricación. Se ubicarán de acuerdo a una conveniencia bien definida, confeccionándose con letras y números de golpe y pintura, claramente visible, debiendo contar con la aprobación de la I.T.O. Se indicarán los pernos y soldaduras a usar en la unión de las diferentes piezas.

Se deberán agregar en las notas generales de los planos de montaje, la simbología y ubicación de las marcas en los elementos estructurales, de modo que puedan ser fácilmente reconocidos y orientados durante la etapa de montaje de las estructuras.

Todos los miembros y secciones serán de calce adecuado y bien encuadrados, ubicados en la posición precisa requerida para permitir un montaje seguro y un ensamble apropiado en terreno. Se podrá aceptar ligeros desplazamientos para atraer partes a conectarse pero no se permitirá el crecimiento de agujeros mal ubicados.

En el caso que sea necesario efectuar modificaciones, o bien preparar planos complementarios, éstos se deberán consultar al responsable del cálculo estructural, de manera previa a su materialización.

No se permite iniciar trabajos en taller si no se cuenta con los planos de fabricación aprobados por la I.T.O. y el Proyectista.

Como criterio general de calidad y seguridad, las estructuras serán fabricadas en taller, para ser trasladadas y montadas en elementos manejables.

Se considerará que las conexiones de taller son soldadas y las de terreno son apernadas.

Los detalles de fabricación no indicados en los planos o señalados en esta especificación, deberán cumplir con "AISC – Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings" y con el "Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges".

Las tolerancias de fabricación en taller en cualquiera dimensión no podrán exceder de aquéllas que perjudiquen el correcto montaje y la correcta coincidencia de las perforaciones de las piezas destinadas a ir aparejadas, así como la perfecta conservación y validez de la geometría teórica que ha sido calculada con 1 mm de precisión.

2.4.2. Trazado y orientación de cortes

El trazado y orientación de los cortes serán planificados de manera que, de preferencia, la orientación del sentido de laminación sea coincidente con la de los esfuerzos principales a que estará sometido el elemento a fabricar.

2.4.3. Métodos de corte

Los cortes de secciones de acero deberán cumplir con la norma NCh 428.

Los cortes se efectuarán con soplete oxigas, guillotina, plasma eléctrico, sierras de corte o fricción u otro medio adecuado, dependiendo del tipo de acero a procesar y del grado de terminación requerido por los cantos a obtener, aceptado por la I.T.O.

2.4.4. Conformado en frío

El conformado en frío se efectuará mediante prensas, dobladoras, cilindradoras, rebordeadoras, curvadoras de perfiles o, en general, máquinas especiales que lleven gradualmente el material hasta la forma requerida, sin aumentar desmedidamente su acritud. No se permitirá el conformado mediante golpes de machos o martinetes.

El doblado en frío de planchas formando ángulos rectos o agudos, se hará a un radio que justifique el Fabricante en función del espesor y ductilidad del material a procesar.

2.4.5. Terminación de los cantos

Todos los cantos vivos serán redondeados mediante esmerilado o trabajados de modo de obtener una rugosidad equivalente.

En caso de mordeduras o desgarros que no desaparezcan con el esmerilado, el Contratista propondrá a la I.T.O., de acuerdo a la magnitud de la imperfección, un procedimiento de reparación, el cual estará sujeto a la aprobación de ésta.

2.4.6. Preparación de biseles y juntas soldadas

Los cantos y biseles para uniones soldadas se prepararán de acuerdo con las formas y dimensiones establecidas en la especificación del respectivo procedimiento de soldadura. Los requisitos de terminación superficial y tolerancias de alineación y ajuste de la unión serán los establecidos en las partes 3.2 y 3.3 del Código de Soldadura Estructural AWS.D1.1.

2.4.7. Detalles de conexión

Salvo indicación contraria en los planos, todas las conexiones de taller serán soldadas.

Los pernos utilizados en las conexiones serán de la calidad indicada en el apartado 2.2.3.

Todas las conexiones de terreno se harán con pernos de alta resistencia tipo aplastamiento con hilo incluido en el plano de cizalle, según ASTM A 325, tipo 1, salvo indicación contraria o lo indicado en los planos.

Cuando sea necesario realizar conexiones soldadas en terreno se debe tener la aprobación del Proyectista y de la I.T.O.

Las perforaciones para pernos tendrán los diámetros y ubicación conforme a los planos y serán perpendiculares a la pieza perforada, con superficie lisa y sin rebabas en los bordes. No se aceptarán agujeros hechos o agrandados con soplete.

En caso de requerirse corrección de ubicación de perforaciones, se utilizará un procedimiento previamente aprobado por la I.T.O.

Los diámetros mínimos de los pernos serán los siguientes:

Tipo perno	Diámetro mínimo (pulgadas)
Pernos alta resistencia	ϕ 3/4"
Pernos corrientes	ϕ 5/8"

El diámetro de las perforaciones standard para conexiones entre elementos será el siguiente:

DIÁMETRO PERFORACIONES	
Diámetro perno (pulgadas)	Diámetro perforación (pulgadas)
1/2	9/16
5/8	11/16
3/4	13/16
7/8	15/16
1	D" + 1/16"
≥ 1	D" + 1/16"

El diámetro de las perforaciones para placas base (sin silla y con silla) será el siguiente:

Diámetro perno (pulgadas)	CON SILLA		SIN SILLA
	Diámetro perforación (pulgadas)		Diámetro perforación (pulgadas)
	Silla	Placa base	Placa base
5/8"	15/16"	1 3/16"	1 3/16"
3/4"	1 1/16"	1 5/16"	1 5/16"
7/8"	1 1/4"	1 9/16"	1 9/16"
1"	1 7/16"	1 13/16"	1 13/16"
1 1/4"	1 11/16"	2 1/16"	2 1/16"
1 1/2"	1 15/16"	2 5/16"	2 5/16"
1 3/4"	2 1/4"	2 3/4"	--
2"	2 5/8"	3 1/4"	--
2 1/4"	2 7/8"	3 1/2"	--
2 1/2"	3 1/8"	3 3/4"	--

El espaciamiento mínimo entre pernos será el indicado en la siguiente tabla:

ESPACIAMIENTO MÍNIMO DE PERNOS	
Diámetro (mm)	Espaciamiento (mm)
12	30
16	40
19	48
22	53

La distancia mínima al filo del miembro desde el centro del agujero será el indicado en la siguiente tabla:

DISTANCIA MÍNIMA AL FILO DEL MIEMBRO	
Diámetro (mm)	Espaciamiento (mm)
12	20
16	22
19	25
22	28

La distancia máxima desde el centro de cualquier perno hasta el borde más cercano de partes en contacto debe ser 12 veces el espesor de la parte conectada bajo consideración, pero no debe exceder de 150 mm. El espaciamiento longitudinal de los conectores entre elementos en contacto continuo consistentes de un perfil o dos planchas debe ser el siguiente:

- Para miembros pintados o sin pintar no sujetos a corrosión, el espaciamiento no debe exceder de 24 veces el espesor de la placa más delgada o 305 mm.
- Para miembros sin pintar de acero de alta resistencia a la corrosión atmosférica, el espaciamiento no debe exceder de 14 veces el espesor de la placa más delgada o 180 mm.

Los pernos de alta resistencia se instalarán de acuerdo a la "Specification for Structural Joints using ASTM A325 or A490 Bolts" del AISC.

Los pernos A325 se apretarán con torque controlado con la tensión recomendada para cada diámetro, indicada por el Fabricante.

Los equipos y métodos de apriete de pernos deberán ser previamente aprobados por la I.T.O. Llaves de torque o de impacto tendrán al menos 2 veces en el día control de calibración: una al comienzo de la jornada y otra a media jornada o cuando la I.T.O. lo estime necesario.

Toda faena de colocación y apriete de pernos de alta resistencia se hará en presencia de la I.T.O.

Antes de efectuar los aprietes se verificará la limpieza de las superficies de contacto. Posteriormente se colocarán algunos de ellos, en cantidad suficiente que aseguren un buen contacto entre las superficies de unión, con apriete suave. A continuación se colocará el resto de los pernos de la unión. Durante toda la operación los pernos serán colocados con precisión y cuidado, evitando cualquier daño a los hilos o a las cabezas.

El apriete definitivo se efectuará sistemáticamente desde la parte más rígida de la junta hacia los bordes libres, comenzando por la base de las columnas hasta terminar en los arriostramientos de las estructuras.

Para controlar el apriete se puede usar:

- Mediciones por elongación de pernos (ultrasonidos).
- Golillas indicadoras de la tensión (DTI). Cumplirán con la Norma ASME B18.2.6 - 2010 Fasteners for Use in Structural Applications.

En ningún caso el montador soltará un elemento que ya tenga el apriete definitivo para hacer calzar otro.

Todos los pernos, tuercas y golillas llevarán una protección superficial, zincado electrolítico. Una vez efectuado el apriete se pintará la cabeza del perno de un color distinto al de la estructura para controlar esta operación.

En las conexiones deslizantes indicadas en planos se utilizarán pernos con dos golillas planas, tuerca y contra-tuerca, ajustándose la tuerca sin apriete y apretándose la contra-tuerca mientras la tuerca se retiene con una llave.

Solo se podrán reutilizar los pernos ya utilizados en uniones temporales auxiliares para el montaje definitivo.

Las conexiones mediante tensores se utilizan para aparejar o tensar cables, cabos, barras etc. Solamente están diseñados para cargas a tiro directo, para tensar o para trincaje.

Al tensar los tensores hay que comprobar que no estén deformados o torcidos. En caso de deformación, la tensión debe ser reducida inmediatamente y las partes deformadas sustituidas, si el uso es en condiciones extremas o con cargas dinámicas.

2.4.8. Soldaduras

Las soldaduras serán ejecutadas de acuerdo con un procedimiento calificado, de acuerdo a la norma ASW D1.1/D1.1M, y empleando materiales y fungibles que cumplan con la especificación requerida, y desarrollado por soldadores y operadores en posesión del Certificado de Calificación correspondiente al procedimiento empleado y establecido en la norma ASW y las normas NCh.

Los soldadores que participen en la fabricación de las estructuras deberán ser calificados en 3 posiciones, de acuerdo a la Norma NCh 308.

Las soldaduras de arco manual serán efectuadas con electrodos E 70XX.

El Contratista someterá a la aprobación de la I.T.O. una nómina de los soldadores a los cuales encomendará el trabajo, acompañando los certificados de calificación vigente, los cuales deberán tener una fecha de emisión no anterior de 6 meses desde el inicio de la fabricación de las estructuras. La I.T.O. deberá aprobar por escrito dicha nómina. El reemplazo del personal asignado solamente se efectuará mediante la aprobación previa de la I.T.O.

El soldador estará autorizado a realizar el tipo de trabajo para el cual se encuentra calificado, o aquellos para los que se requiera una calificación menor. Cuando, a juicio de la I.T.O., existan dudas acerca de la competencia de un soldador, ésta podrá exigir un reemplazo o bien nuevos exámenes de calificación, cuyo costo será de cargo del Contratista.

En caso de no cumplirse con lo dispuesto, la I.T.O. podrá rechazar o exigir pruebas radiográficas de la soldadura hecha por el personal no autorizado, o cuya calificación no correspondiera al tipo de trabajo. Los costos involucrados por estos trabajos serán por cuenta del Contratista.

Aquellas soldaduras rechazadas deberán ser re ejecutadas conforme a lo señalado en las normas, es decir, deben ser removidas y ejecutadas nuevamente. En este caso no se aceptará el retiro de la soldadura defectuosa mediante equipos de oxicorte o similares.

Los métodos y procedimientos de soldadura deberán ser apropiados para evitar deformaciones durante la fabricación.

Salvo indicación contraria en los planos, las soldaduras de conexiones serán realizadas por el procedimiento de soldadura por fusión manual al arco eléctrico.

Los perfiles soldados se fabricarán con el procedimiento de soldadura con arco sumergido automático de acuerdo con las especificaciones AWS.

No se podrá continuar con una capa de soldadura si la inmediatamente inferior no ha sido completamente limpiada y retirada toda la lámina de escoria existente.

El tamaño mínimo de soldaduras de filete no será menor que el requerido para transmitir las solicitaciones calculadas ni el que muestra la tabla siguiente, que se basa en la experiencia y contiene un margen para las tensiones no calculadas que se generan durante la fabricación, manejo, transporte y montaje de las estructuras.

Estas limitaciones no se aplican a los refuerzos hechos con filetes en uniones soldadas de tope, de penetración completa o parcial.

TAMAÑO MÍNIMO DE SOLDADURA DE FILETE	
Espesor de la parte más gruesa unida (mm) [a]	Dimensión nominal mínima del filete (mm) [b]
Hasta 6 inclusive	3
Mayor que 6 hasta 13	5
Mayor que 13 hasta 19	6
Mayor que 19	8

La longitud mínima efectiva de filetes diseñados en base a resistencia, no será menor que 4 veces su dimensión nominal. En caso contrario la dimensión del filete se considerará igual a un cuarto de su longitud. Si soldaduras de filete longitudinales son la única conexión terminal de una plancha traccionada, la longitud de cada filete no será menor que la distancia perpendicular entre ellos.

El tamaño máximo de filetes de soldadura será el siguiente:

- a) En los cantos de planchas de espesor menor de 6 mm, el espesor de la plancha.
- b) En los cantos de planchas de 6 o más mm de espesor, el espesor de la plancha menos 2 mm, salvo que en los planos se especifique un refuerzo para obtener la dimensión completa. En las soldaduras terminadas, la distancia entre el canto de la plancha y el inicio del filete podrá ser menor que 2 mm, siempre que el tamaño de la soldadura sea claramente verificable.
- c) En soldaduras ala-alma de vigas o similares, no es necesario que el tamaño de las soldaduras exceda el requerido para desarrollar la capacidad del alma. Los requisitos de la tabla no son entonces aplicables.

La longitud máxima efectiva de filetes de soldadura cargados por fuerzas paralelas a ellos, como en uniones traslapadas, no debe exceder 70 veces su tamaño nominal.

2.4.9. Perforaciones para pernos

Las perforaciones deberán ser ubicadas en forma precisa y tendrán el tamaño señalado en los planos de diseño o fabricación. Las perforaciones serán taladradas o punzonadas perpendicularmente a la superficie del metal. No podrán ser hechas ni agrandadas mediante soplete.

Las perforaciones en elementos con espesor superior a 6,3 mm que se someterán a un posterior galvanizado, se harán mediante taladro.

Las perforaciones no podrán ser punzonadas en caso que el espesor de la plancha sea mayor que el diámetro nominal del perno más 1/8 de pulgada. Las perforaciones serán 1/16" más grande que el diámetro nominal del perno. Se harán limpiamente, sin bordes desgarrados del taladro o escariado de perforaciones, los que serán eliminados con herramientas adecuadas, haciendo un avellanado de 1,6 mm.

Salvo especificación contraria, es permitido punzonar, en los términos indicados en la Norma NCh 428.

2.4.10. Tolerancias

Las tolerancias de fabricación de perfiles serán las contenidas en la norma NCh 428. En todo caso, deberá evitarse el efecto acumulativo de ellas.

Las tolerancias de fabricación en taller en cualquier dimensión, no podrán exceder de aquellas que perjudiquen el correcto montaje, la correcta coincidencia de las perforaciones de las piezas destinadas a ir aparejadas y la perfecta conservación y validez de la geometría teórica calculadas a partir de la NCh 428.

2.5. MARCAS DE MONTAJE

Todos los elementos deberán llevar marcas de montaje, en correspondencia con las indicadas en los planos de fabricación.

La marcación de los elementos estructurales tiene como fin el identificarlos debidamente durante el montaje. Las marcas se ubicarán en lugares visibles en ambos extremos de las piezas.

Se ubicarán de acuerdo a una convención bien definida, confeccionándose con letras y números de golpe y pintura, debiendo contar con la aprobación de la I.T.O.

2.6. CONTROL DE CALIDAD DE FABRICACIÓN

2.6.1. General

La I.T.O. controlará la obra o talleres para verificar que el trabajo se ejecuta de acuerdo a las normas, planos y especificaciones.

La I.T.O. debe aprobar todos los elementos después de armar y antes de proceder a las uniones definitivas, así como antes de las pinturas de terminación y una vez pintada la estructura.

La recepción en talleres o en obra por parte de los Inspectores, del total o partes de las estructuras, no exime al Contratista de la obligación de ejecutar el trabajo de acuerdo a las normas, planos y especificaciones.

El Contratista deberá dar libre acceso a la I.T.O. a sus talleres y entregar las facilidades para el desarrollo de sus tareas. En el caso de que el Contratista subcontrate la fabricación, el Contratista debe encargarse de que el subcontratista entregue las condiciones y accesos para el desarrollo de las funciones de la I.T.O.

2.6.2. Alcances de la Inspección

La Inspección cubrirá, por lo menos, los aspectos que se indican a continuación.

2.6.3. Transporte y almacenamiento

Cualquier pieza que resulte dañada por efecto del transporte, debido a dobladuras, abolladuras, rasgaduras, etc., deberá ser retirada de obra y reemplazada por otra nueva.

No se permitirá la reparación de materiales en terreno mediante la aplicación de calor, soldaduras u otro medio.

En obra, los materiales deberán acopiarse en sectores planos y con una cantidad de apoyos suficiente para evitar su deformación diferida en el tiempo. No deberán apoyarse directamente sobre el suelo. Se deben acopiar de acuerdo a dimensiones similares y conforme a la secuencia de armado para hacer más eficiente el proceso de traslado.

2.6.4. Verificación y control de materiales

La I.T.O. verificará mediante evidencia documental o inspección física que los materiales corresponden en cantidad y calidad con lo requerido. Verificará, asimismo, las condiciones de almacenamiento y supervisará el control de su uso durante el proceso de fabricación.

2.6.5. Calificación del personal

La I.T.O. revisará la nómina del personal que intervendrá en la fabricación, la que indicará su respectiva especialidad y calificación. Todo el personal deberá estar familiarizado y entrenado para desarrollar sus funciones.

Los soldadores deberán contar con un certificado de calificación vigente para desarrollar los procedimientos de soldadura especificados.

2.6.6. Inspección de los procesos de fabricación

Durante el desarrollo de la fabricación en taller, la I.T.O. efectuará los controles requeridos para cada etapa y verificará el cumplimiento de las especificaciones de calidad.

2.6.7. Inspección de soldadura

En general la inspección de soldadura se efectuará mediante examen visual de las condiciones de superficie.

Serán causales de rechazo los siguientes defectos: grietas, poros, falta de garganta, falta de lado, refuerzo excesivo, socavación del material base, traslado. Los gráficos correspondientes deben verse en la norma NCh 428 (artículo 14).

2.6.8. Inspección dimensional y presentaciones

La I.T.O. efectuará controles visuales y dimensionales al término de la fabricación de cada elemento, previo a su paso a la etapa de limpieza superficial y pintura. Los elementos en esta etapa deberán estar ya inspeccionados y aprobados por la inspección interna del fabricante.

Para una mejor labor de la I.T.O., el material por inspeccionar deberá ser presentado en un lugar cubierto y protegido, y en posición física accesible y cómoda.

2.6.9. Rechazos y reparaciones

Todo el material o elementos que no cumplan con los requisitos de calidad especificados serán rechazados por la I.T.O., y el Contratista deberá reponerlos o repararlos a sus expensas, según sea el caso.

2.6.10. Inspección del proceso de pintura

El Contratista deberá anotar diariamente en el libro de comunicaciones las siguientes anotaciones:

- Fecha y hora de inicio de la faena.
- Humedad relativa y temperatura al inicio de los trabajos de pintura.
- Piezas trabajadas y sistema de aplicación utilizado.
- Mediciones de espesores mediante equipo aprobado por la I.T.O.
- Humedad relativa y temperatura de término.

Además de deberán revisar:

- Preparación de superficie.
- Equipos.
- Condiciones ambientales.
- Calidad de la pintura y espesores.

Ver también el acápite 2.8.2 de las presentes Especificaciones Técnicas.

Todas las pinturas rechazadas por la I.T.O. serán reparadas con cargo al Contratista.

2.7. ETAPAS PREVIAS AL MONTAJE

La I.T.O. decidirá cuáles reparaciones o reposiciones se deberán ejecutar en taller, y cuáles se deberán ejecutar en terreno.

La I.T.O. deberá rechazar los elementos que presenten torceduras o dobladuras con agrietamiento del material.

2.8. MONTAJE

Será responsabilidad del Contratista, diseñar y construir todos los soportes, puntales y tirantes provisorios, necesarios para soportar las cargas a las cuales la estructura pueda ser sometida durante el montaje, incluyendo la fuerza del viento, el peso de los materiales y equipos y las solicitaciones producidas por la operación de dichos equipos. Estos puntales, soportes y tirantes, serán mantenidos en su sitio durante todo el tiempo que las condiciones de seguridad lo requieran.

Los andamios, plataformas y equipos de montaje serán los apropiados para el trabajo y deberán estar en óptimas condiciones, debiendo contar con la aprobación previa de la I.T.O. para su uso.

El Contratista tendrá la obligación de recibir las estructuras y materiales, almacenarlos debidamente, cuidar de ellos evitando cualquier daño, deterioro o merma, reparar los eventuales daños, siguiendo las instrucciones de la I.T.O., que se produzcan en la pintura aplicada en el taller por motivos del transporte, efectuar todos los montajes y dar el acabado de pintura final según se indica en los planos o en estas Especificaciones Técnicas.

El Contratista deberá someter a la aprobación de la I.T.O. un programa de montajes, con indicación de secuencias y de fechas para la recepción de los diferentes conjuntos o sub-conjuntos de elementos estructurales a instalar. Deberá también indicar en su programa, los elementos, equipos y materiales, cálculos, esquemas, catálogos, cargas máximas de equipos, aspectos de seguridad, operación, etc., que dispondrá para las diversas fases del montaje.

El Contratista será el responsable del correcto montaje de las estructuras. Por lo tanto, cada vez que reciba alguna estructura, deberá inmediatamente inspeccionarla para constatar que esté completa y no tenga daños ocasionados por el transporte u otra causa.

2.8.1. Alineación y ajuste

Después de presentadas en su sitio las diferentes piezas que forman parte de la estructura, éstas deberán ser alineadas y ajustadas antes de ser conectadas definitivamente.

Los errores de alineación y/o plomo que se constaten en estructuras existentes y que afecten el correcto montaje de las nuevas estructuras, serán materia de consulta a la I.T.O. y/o al Proyectista, para su aprobación por escrito.

No podrá usarse pernos o pasadores para ajustar partes o elementos mal fabricados porque producen deformación en los pernos del trabajo ya terminado.

No se permitirá el uso de suples, laines o cuñas para corregir un trabajo defectuoso, salvo que así lo ordene por escrito la I.T.O.

Desajustes menores podrán ser remediados y corregidos mediante un ligero escareado, pequeño recorte o un picado, según se indique. Todos los errores de fábrica serán informados y los métodos de corrección propuestos serán sometidos a aprobación por escrito de la I.T.O.

2.8.2. Montaje

El montaje de todos los elementos de acero estructural será llevado a cabo en una secuencia apropiada con los trabajos de otras especialidades. Las estructuras de acero se armarán, se asentarán y anclarán al hormigón de acuerdo con los planos de diseño y montaje.

Podrán usarse pasadores de montaje para acercar las partes de una conexión, sólo de manera que no dañen o deformen las perforaciones ("ojos") de la estructura.

Las superficies de apoyo y aquéllas que estarán en contacto permanente, deberán estar limpias de óxido, escamas de laminación, polvo, grasa u otros elementos extraños, antes de proceder al montaje.

A medida que progrese el montaje, deberá asegurarse definitivamente las conexiones de manera que puedan absorber las cargas de peso propio y esfuerzos de montaje. Con este objeto, se deberá proveer de contraventaciones temporales cuando sea necesario, las que deberán permanecer colocadas por el tiempo que las condiciones de seguridad así lo exijan.

Salvo indicación contraria, todas las uniones en terreno serán apernadas empleado pernos de resistencia y tamaño indicados en los planos.

Se realizarán las uniones soldadas en terreno, donde se indica en los planos o donde sea autorizado por METRO, a través de la I.T.O y aprobado por el Proyectista.

Si se requiere realizar perforaciones en terreno, éstas deberán ser ejecutadas de acuerdo a instrucciones especiales de la I.T.O.

2.8.3. Apernaduras de alta resistencia

Los pernos podrán ser apretados ya sea por el método de "giro de la tuerca" o mediante el empleo de llave calibrada, como se indica en la especificación AISC. Todos los pernos se instalarán con golillas bajo el elemento que gira (tuerca o cabeza del perno).

Cuando los pernos instalados por el método de "giro de la tuerca" se hayan llevado a un apriete firme, se les someterá a un apriete adicional aplicando la cantidad de rotación de la tuerca especificada en la "Research Council Specification". Si se usan llaves de impacto, éstas deberán estar provistas de dados marcados en el exterior cada 90° para permitir el control de la rotación de la tuerca. Este método permite el uso de golillas normales.

Para los pernos instalados por el método de la llave de torque, éstas deberán ser calibradas por lo menos dos veces al día, antes del comienzo de la jornada laboral y a la mitad de ella, o cada vez que haya duda de su funcionamiento correcto. Con este método, deberá usarse golillas endurecidas.

2.8.4. Soldaduras en el terreno

Las soldaduras en terreno serán efectuadas de acuerdo con la Norma NCh 428. Salvo indicación en contrario en los planos de diseño, no se requieren ensayos no-destructivos aparte de la inspección visual de la I.T.O. Donde sea aplicable, los planos de diseño indicarán las soldaduras a las que se les hará pruebas no-destructivas, el alcance de cada prueba y el método de ensayo.

Salvo indicación en contrario en los planos, todas las soldaduras en terreno serán realizadas por fusión manual al arco eléctrico, debiendo ejecutarse por soldadores calificados de acuerdo con la norma NCh 308.

Las superficies que deberán ser soldadas entre sí, se limpiarán previamente de todo residuo de pinturas, óxidos u otras impurezas o suciedades por medio de escobillado, esmerilado, u otro procedimiento hasta el grado exigido por las normas anteriores.

El metal de aporte en soldaduras al arco deberá tener una resistencia mínima a la tracción de 60.000 psi (4200 kg/cm²), debiendo cumplir con las especificaciones del código AWS A 5.1 o AWS A 5.5.

2.8.5. Retoques de las pinturas

Después de terminado el montaje, todas aquellas superficies en las cuales la pintura fue omitida para permitir soldaduras o apenaduras en terreno y todas aquellas áreas en que la pintura de fábrica fue dañada durante el montaje, serán reparadas, limpiadas y retocadas de manera que toda la superficie del acero estructural quede cubierta con capa de pintura, a costo del Contratista.

Las superficies que recibirán pintura de retoques se pintarán de acuerdo con el correspondiente esquema de la pintura en taller indicado en el apartado 2.9.

La pintura será aplicada en concordancia con las recomendaciones impresas del fabricante.

La pintura será aplicada solamente cuando la superficie esté seca y la temperatura de la superficie del metal exceda los 5°C.

2.8.6. Tolerancias de montaje

Se aplicarán las tolerancias de montaje indicadas en la Norma NCh 428.

En todo caso, deberán respetarse los puntos siguientes:

- Las desviaciones que tengan las piezas después de ajustadas sus conexiones estructurales con los elementos vecinos no podrán ser mayores que 0,15% de su largo, respecto de su eje teórico, para piezas de longitud menor o igual que 4 metros. Sin embargo, para piezas de largo menor que 1 metro, podrá aceptarse hasta 1,5 mm.
- Para las piezas de longitud mayor que 4 metros y menor o igual que 8 metros, la desviación máxima del eje no podrá exceder en 6 mm y para piezas de longitud mayor que 14 metros, no podrá exceder de 11 mm.
- Para piezas de largo intermedio entre 8 y 14 metros, puede interpolarse linealmente para obtener la tolerancia aceptable.
- En cualquier caso, ninguna deformación introducida por el montaje podrá inducir en ningún lugar de la estructura una sobretasa de trabajo mayor de 160 kg/cm² o del 10% de la tensión admisible de compresión, si ésta es menor de 1.600 kg/cm².

Aún cuando las tolerancias de fabricación y montaje que se han indicado en los párrafos precedentes no excedieran los límites prescritos, pudiera darse el caso que las deformaciones, desviaciones y pequeños errores no hagan posible el calce correcto en el sitio de un elemento estructural cualquiera.

En tal caso, se entenderá que las tolerancias admisibles para cualquier elemento son las que no perjudican la geometría del conjunto y no impiden que otras piezas puedan colocarse correctamente.

En consecuencia, las tolerancias indicadas anteriormente son máximas y podrán ser menores si ello conviene a las exigencias del presente párrafo.

En caso que el Contratista disponga una pieza forzándola en su posición geométrica, la I.T.O. podrá ordenar por cuenta del Contratista, la desconexión de la pieza que se trate y la colocación de estampillas extensométricas, a fin de verificar que no se sobrepasen las tolerancias indicadas.

2.9. PINTURA

2.9.1. Objetivo

Todas las estructuras de acero incluidas en este Proyecto y que se realicen tanto en taller como en terreno, llevarán una protección anticorrosiva, así como revestimiento antifuego cuando así sea requerido.

Las presentes especificaciones describen los procedimientos y materiales a emplearse en el tratamiento de superficies de estructuras metálicas, incluyendo los sistemas de preparación de las superficies, fondo anticorrosivo, revestimiento de terminación y resvestimiento antifuego.

2.9.2. Inspección

Todos los materiales y trabajos cubiertos por la presente especificación, estarán sujetos a revisión por parte de la I.T.O., ya sea en fábrica o en el lugar de la obra.

En particular, y sin que ello signifique limitación o relevar de su responsabilidad al Contratista, la I.T.O. deberá aprobar:

- El método y procedimiento para eliminar la capa de óxido.
- Los colores a emplear en las distintas capas de recubrimiento de pinturas.
- La marca, calidad y clase de pintura a emplear.
- Los espesores secos de recubrimiento alcanzados por capa.
- La reparación de los daños sufridos por la pintura durante el transporte o montaje y cualquier reparación ordenada por la I.T.O. con cargo al Contratista.

2.9.3. Materiales

Los materiales serán de marcas comerciales conocidas y serán entregados para su uso en envases originales sin abrir, con el nombre del fabricante, designación de marca, e indicación del color. Todos los materiales deberán tener aprobación de la I.T.O. antes de su empleo y, si son requeridos, el Contratista deberá suministrar muestras de pintura al solicitar la aprobación. Para cualquier sistema estándar de pinturas, todos los estratos deberán ser del mismo fabricante. No se permitirá la mezcla de pinturas de distinta marca, salvo que exista alguna certificación por parte de los fabricantes.

2.9.4. Ejecución de los trabajos

El Contratista deberá mantener en todo momento limpio y ordenado el sitio de trabajo y las áreas de almacenamiento de equipo y de pintura, y observará todas las reglas de seguridad que la faena requiera.

Las pinturas y solventes serán almacenados en lugares o bodegas expresamente acondicionados para el efecto, debidamente ventilados y dotados de equipos de extinción de incendios adecuados al tipo de productos. En dichos recintos se deberán mantener estrictas condiciones de seguridad y la señalética pertinente, dado el carácter inflamable de los productos, por tanto no se permitirá fumar ni hacer fuego con llama abierta.

Aquellos imprimantes y pinturas que se hayan gelatinizado o deteriorado de alguna manera, deberán ser retirados de obra y por ningún motivo se aceptará su utilización.

Los envases que contengan las pinturas, imprimantes y solventes deberán estar debidamente rotulados, indicando:

- Para las pinturas, la información que deberá contener la etiqueta del producto será:
 - Nombre del producto.
 - Código del producto (componente "A" y "B", caso de productos de dos componentes).
 - Relación de mezcla (caso de productos de dos componentes).
 - Fecha de fabricación.
 - Fecha de vencimiento.
 - Número de lote de producción.
 - Código del Diluyente que corresponde al producto.
 - Nombre de la obra.
- Para los solventes, diluyentes y removedores de pintura, la información mínima que deberá contener la etiqueta del producto será:
 - Nombre del producto.
 - Código del producto.
 - Fecha de fabricación.
 - Fecha de vencimiento.
 - Número de lote de producción.
 - Código del producto al cual le corresponde.

Las pinturas, solventes, diluyentes y removedores de pintura deberán venir acompañados de su respectiva hoja técnica y hoja de datos de seguridad del material (MSDS – Material Safety Data Sheets).

Para el caso de las pinturas y revestimientos, el Contratista deberá adjuntar el o los "Certificados de Laboratorio", emitidos por el propio laboratorio del fabricante y correspondientes a cada tipo o clase de pintura.

Si la I.T.O. lo exige, antes de comenzar el trabajo, el Contratista planificará un programa que deberá ser aprobado por ésta.

Las estructuras metálicas se pintarán en fábrica con el tratamiento de superficie que se indique en esta especificación, salvo indicación contraria en planos.

No se pintarán las superficies en contacto con hormigón en placas de apoyo, placas de anclaje u otros elementos en esta situación. Tampoco se pintará elementos metálicos que quedarán embebidos en hormigón.

No se exigirá repintar las estructuras una vez montadas, excepto que deberá repararse todas las pinturas dañadas y pintadas originalmente, previa limpieza de óxidos, aceites, grasas, salpicaduras o materiales extraños (ver 2.8.6).

Cuando se pinte en áreas abiertas, el Contratista tomará todas las medidas para evitar que la pintura pulverizada o líquida sea transportada por el viento, dañe instalaciones, equipos, y otros bienes.

En áreas de edificios, la cerrajería, accesorios, láminas, equipos para alumbrado y otros artículos similares deberán ser removidos o forrados con cintas, dando amplia protección a tales artículos. A la terminación de cada espacio, la protección será removida y los artículos retirados puestos nuevamente en sus sitios.

2.9.5. Preparación de las superficies

Los procedimientos de preparación de superficies se aplicarán en recintos cerrados, protegidos de la acción directa del sol, viento, lluvia, polvo, etc., y consistirán en diversas acciones tendentes a la eliminación de grasas, aceites, óxidos de laminación y estimulantes de la corrosión, como sales de ácidos, etc.

Salvo que la I.T.O. autorice otro procedimiento, la preparación de superficies se ejecutará de acuerdo a los dos procedimientos indicados a continuación:

2.9.5.1. Preparación de la superficie en Maestranza

Todas las superficies expuestas de acero estructural, excepto las superficies galvanizadas o metalizadas, deberán tratarse con chorro abrasivo. Toda la suciedad, escamas sueltas, óxido, aceites, grasas, pintura y cualquier sustancia extraña, debe ser removida de acuerdo a la norma Steel Structures Painting Council, SSPC SP 10- casi metal blanco.

Antes del chorro abrasivo, las superficies de las soldaduras se deberán esmerilar. Las superficies tratadas mediante chorro abrasivo deberán ser imprimadas el mismo día. Si las superficies tratadas se oxidan o contaminan antes de las faenas de imprimación, éstas deberán ser tratadas nuevamente con chorro abrasivo, siendo bajo propio cargo del Contratista.

2.9.5.2. Preparación de la superficie en Faena

Para la limpieza de la superficie en faena se podrán utilizar medios mecánicos, tales como, escobillas de acero, gratas eléctricas, cinceles o raspadores. Posteriormente se procederá a lavar con abundante agua dulce, para eliminar restos de sales, óxidos sueltos y cualquier otra sustancia.

Se podrá utilizar limpieza al vapor en superficies galvanizadas o previamente pintadas, para eliminar las grasas, escamas, suciedad u otras sustancias extrañas. Toda pintura suelta, curvada, levantada o que perdió parte de su adherencia con las capas que preceden, después de aplicar la limpieza de vapor, deberá ser removida por el Contratista bajo su propio cargo como lo indique la I.T.O. Se deberá programar la limpieza a vapor con menos de dos semanas de anterioridad a las faenas de pintura, y no se procederá a pintar la superficie hasta que ésta no se encuentre totalmente seca y nunca antes de 24 h de efectuadas las operaciones de limpieza.

Se podrán utilizar solventes para remover aceites, grasas u otros materiales contaminantes solubles de acuerdo a los requerimientos de la norma SSPC-SP1 Limpieza con Solvente, siempre y cuando lo autorice la I.T.O.

Se realizará la limpieza con solventes previamente a la limpieza con chorro abrasivo, y si los materiales contaminantes permanecen después de la limpieza con chorro abrasivo, el área podrá ser tratada nuevamente con solventes.

2.9.6. Aplicación de pinturas

Previo a la aplicación del recubrimiento definitivo sobre las estructuras, se deberán efectuar probetas de ensayo para verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las Especificaciones Técnicas. Estas probetas serán de 1 m², deberán cumplir todos los procedimientos especificados y deberán ser sometidas a las pruebas y ensayos exigidos.

La aplicación de pinturas se hará según recomendación del fabricante. En general no se pintará si la temperatura del aire ambiente es menor de 4°C o mayor de 35°C o si la temperatura del acero es inferior a 3 °C o excede los 35°C, a menos que la I.T.O. lo autorice. Tampoco se aplicará la pintura si la humedad del ambiente es superior al 85% HR máxima.

No se pintará sobre superficies húmedas, ni tampoco con lluvia o niebla. Antes de pintar la superficie deberá estar libre del polvo, grasa, aceites, salpicaduras de hormigón o de otros materiales extraños, sales, ácidos, álcalis o agentes corrosivos. Cada capa de pintura deberá ser de distinto color. Los colores de cada capa serán determinados por la I.T.O., y aprobados por el Cliente.

La empresa contratista deberá mantener en el lugar de aplicación del recubrimiento las condiciones máximas de seguridad siguiendo las recomendaciones del fabricante, y al menos debe cumplir con:

- Extraer los gases y vapores de succión.
- Usar equipo eléctrico blindado.
- Evitar toda fuente de chispas en un radio de 20 metros del área de trabajo.
- Evitar toda posibilidad de chispas provocadas por electricidad estática.
- Implantar la prohibición de fumar en el área.
- Todo el personal debe usar los quipos de seguridad adecuados.
- No permitir personas solas en el área de riesgo.
- Orden y aseo.
- Señalización.

2.9.7. Control de calidad de las pinturas

Todas las pinturas ofrecidas por el Contratista deberán contar con los certificados de laboratorio del Fabricante y cumplir con todas las exigencias, definiciones, composición y propiedades físicas y químicas de cada sistema de protección indicado en estas especificaciones.

Antes de ser aplicadas, las pinturas deberán someterse a un control previo de calidad, el cual será realizado sobre muestras representativas de cada lote de producción. La toma de muestras en fábrica y los ensayos recomendados deberán ser efectuados por la I.T.O. o un laboratorio independiente contratado por la I.T.O., el que deberá utilizar las instalaciones y laboratorio del fabricante de pinturas.

Las variables a ensayar serán:

- | | |
|---|----------------|
| ▪ Densidad (g/cc): | ASTM D-1475. |
| ▪ Viscosidad (U.K): | ASTM D-562. |
| ▪ Grado de molienda Hegman: | ASTM D-1210. |
| ▪ Poder cubridor: | ASTM D-344. |
| ▪ Índice de brillo: | ASTM D-523-85. |
| ▪ Adherencia al sustrato (kg/cm ²): | ASTM D-4541. |
| ▪ Elongación o flexibilidad (%): | ASTM D-522. |

Bastará que una de las propiedades evaluadas sea rechazada por no cumplimiento con lo expuesto en estas especificaciones para que la partida o lote sea rechazada en su totalidad.

Si lo estima conveniente, la I.T.O. podrá ordenar otros controles adicionales como un medio para resolver sobre pinturas y trabajos dudosos.

Una vez obtenidos los resultados, tabulados e interpretados, la I.T.O. podrá emitir los permisos respectivos para todos los lotes y partidas de pintura debidamente aprobados para su uso.

Todo material o pintura deberá ser de marcas comerciales reconocidas, suministrado en sus envases originales y sellados de fábrica. Los envases de pintura de fábrica deberán estar debidamente identificados, ser totalmente herméticos y cumplir con las condiciones establecidas en el punto 2.9.4.

Toda pintura deberá tener una estabilidad de almacenamiento de 1 año como mínimo. Será rechazada toda pintura que haya sobrepasado su vida útil garantizada o cuya viscosidad varíe en más de un 4%. Sólo se aceptará una sedimentación blanda, fácil de reincorporar a paleta y su molienda deberá encontrarse inalterada.

El Contratista no podrá emplear partidas de pintura entregadas por el Fabricante que no tengan la aprobación previa de la I.T.O.

En caso que el Contratista opte por usar nuevas partidas de pinturas, la I.T.O. exigirá el control de calidad de ellas.

Todas las operaciones y gastos que demandan los ensayos de calidad de las pinturas serán de cargo del Contratista.

El número y condiciones de tomas de muestras serán las establecidas en las normas, o en su defecto se harán de acuerdo a instrucciones de la I.T.O.

2.9.7.1. Ensayos de evaluación a los sistemas de protección

Con el objeto de evaluar el método de trabajo en cuanto al grado de preparación de superficies, aplicación de pinturas y tipo de pinturas, y para evitar deterioros innecesarios en los elementos protegidos con algún sistema de pinturas a causa de ensayos de evaluación destructivos, el Contratista deberá proporcionar probetas metálicas por cada sistema de protección que se utilice, las que deberán cumplir lo siguiente:

- Las probetas deberán ser de acero, todas preparadas con el mismo grado de preparación de superficie y perfil de rugosidad exigido para cada sistema de protección.
- Deberán poseer un número de golpe en el cual se identifique el sistema de protección utilizado.
- Para el control de pinturas que serán aplicadas en taller, las probetas podrán ser pintadas en laboratorio.
- Para el control de pinturas que serán aplicadas en terreno, las probetas deberán ser pintadas en el lugar de la faena.
- Todas las probetas deberán cumplir con los requisitos de cada uno de los sistemas de protección exigidos en esta especificación en cuanto al tipo de pintura, número de capas, espesor seco por capa y del sistema.
- Posterior a la última mano de pintura y previo a la realización de los ensayos, las probetas deberán reposar 15 días a temperatura ambiente y posteriormente ser guardadas, cuidando no producir daños o deterioro en éstas.

2.9.7.2. Autocontrol del contratista

El Contratista deberá mantener un Sistema de autocontrol. No obstante, la I.T.O. podrá en cualquier momento realizar los controles señalados.

El Contratista deberá cumplir con los requerimientos de la presente especificación y será responsable de la calidad del trabajo ejecutado.

La ausencia de autocontrol o las deficiencias detectadas en los procesos será motivo de suspensión de faenas, eliminar o remover superficies pintadas u otros sin derecho a indemnización, pagos ni aumentos de plazos.

El sistema de autocontrol deberá encargarse de fiscalizar los siguientes aspectos:

- Controlar que las pinturas que se utilizan cuenten con certificación de calidad y con la aprobación de la I.T.O. y controlar, además, que las pinturas que se utilicen correspondan y sean equivalentes en un 100% con lo indicado en esta especificación.
- Controlar que el stock de pinturas se consuma en forma ordenada de acuerdo a la antigüedad de los lotes de producción entregados por el Fabricante.
- Controlar que la bodega de pintura se mantenga ordenada, limpia y que se respeten las mínimas normas de seguridad.
- Controlar permanentemente la limpieza de los elementos de trabajo utilizados en la preparación y aplicación de la pintura.
- Controlar el buen estado de las herramientas y equipos utilizados para aplicar la pintura: brochas y pistolas de aire y "Airless".
- Controlar las condiciones de seguridad de la faena en cuanto a:
 - Andamios y escaleras.
 - Extracción de vapores tóxicos e inflamables.
 - Uso de elementos de seguridad (máscaras, guantes, ropa, lentes, etc.).
 - Condición de almacenamiento en bodega.
 - Usar equipo eléctrico blindado.
 - Control de fuentes de chispas en el perímetro de las faenas.
 - Control de electricidad estática.
 - Prohibición de fumar en el área.
 - Señalización del sector.
- Controlar la calidad final de la preparación de la superficie del acero.
- Controlar permanentemente las condiciones ambientales (temperatura y humedad) en que se desarrolla la faena. Se deberá detener el trabajo si no se cumplen las condiciones especificadas para cada esquema de pintura.
- Controlar la preparación y aplicación de las pinturas.
- Controlar las etapas de aplicación en cuanto a:
 - Secuencia de productos y colores definidos.
 - Espesores aplicados por cada capa y en total.
 - Control de tiempo, condiciones de secado y vida útil del producto o mezcla.
 - Tiempo de repintado.
 - Control de adherencia de la película de pintura aplicada sobre la superficie.
- Controlar el avance de la obra y recepcionar las capas o etapas terminadas.

- Mantener registro al día con todas las observaciones respecto al desarrollo de la faena, de acuerdo a metodología aprobada por la I.T.O., como por ejemplo: condiciones ambientales, estado y limpieza de los equipos, consumo de pintura, avance de la obra, solicitudes de recepción, anotaciones de la I.T.O., etc.
- Las anotaciones mínimas serán las siguientes:
 - Fecha y hora de inicio de la faena.
 - Humedad relativa y temperatura al inicio.
 - Miembros tratados y tipo de pintura.
 - Medición de espesores y adherencia.
 - Humedad relativa y temperatura de término.

El Contratista deberá, además:

- Reparar la pintura mal aplicada o dañada durante el transporte y montaje. En casos extremos, limpiar y volver a pintar.
- Solicitar las nuevas partidas de pinturas con al menos un mes de anticipación, para realizar previamente los ensayos de control de calidad necesarios.
- Proporcionar a la I.T.O. las facilidades necesarias para que realice su labor de fiscalización. No deberá desarmar los andamios de acceso a zonas sin inspeccionar sin construir andamios y plataformas seguras.

2.9.8. Sistemas de revestimiento

2.9.8.1. Galvanizado

El proceso de galvanizado será en caliente ejecutado en la maestranza.

El galvanizado cumplirá con las recomendaciones indicadas en las normas NCh 3346 y NCh 3347.

Para la correcta ejecución del galvanizado se debe proceder a la limpieza y desengrase superficial de todo residuo adherido a la superficie del acero (restos de pintura, etiquetas, grasas, lubricantes o aceites).

Para la limpieza se podrá ejecutar una limpieza manual enérgica apoyada en elementos mecánicos, según sea necesario. Para desengrasar las superficies se podrán emplear detergentes o baños alcalinos. En ambos casos, una vez concluida la tarea de desengrase, se deberá lavar minuciosamente la superficie con agua a presión hasta eliminar todos los restos de impurezas y del agente limpiador usado.

Es necesario eliminar el óxido de laminación que tienen los aceros sobre la superficie. Esta faena se hará con un decapado químico.

Una vez ejecutado, se volverá a lavar la estructura para eliminar cualquier remanente de óxido ferroso o sales de fierro diluidas que puedan permanecer en la superficie.

Las estructuras se protegerán mediante sumergido en Zinc fundido para asegurar una capa de galvanizado de espesor mínimo de 51 micrones o 610 g/m².

2.9.8.2. Pintura anticorrosiva

Para proteger la estructura de la corrosión se aplicarán dos capas de revestimiento alquídico con un 51% Sólido y espesor total de película seca de 80 micrones, que cumplirá con lo establecido en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Terminación	Mate
Tipo de resina	Resinas Alquídicas
Número de componentes	1
Porcentaje de sólidos en volumen	51% (+/- 2%)
Rendimiento teórico	76,50 - 51 m2/gal
Espesor seco recomendado por capa	1 a 1.5 mils
Tiempo de secado al tacto	30-40 minutos
Tiempo de secado manipulación	3-4 horas
Tiempo de secado Duro	7 días
Repintado mínimo	4 horas
Repintado máximo	Ilimitado
Método de aplicación	Brocha, rodillo, pistola y airless
Terminación compatible	Esmalte sintético o alquidico
Estabilidad de envasado	12 meses en envase cerrado y ambiente controlado

Como pintura de terminación se aplicarán dos capas de esmalte alquídico con un 41% Sólido y espesor total de película seca de 80 micrones, que cumplirá con lo establecido en la siguiente tabla. El color de la pintura de terminación (RAL) estará de acuerdo a lo indicado en planos y/o especificaciones del proyecto de Arquitectura, y en todo caso a las instrucciones dadas por el Propietario.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Terminación	Brillante
Tipo de resina	Resinas Alquídicas
Número de componentes	1
Porcentaje de sólidos en volumen	41 % (+/- 2%)
Rendimiento teórico	76,8 – 41 m2/gal
Espesor seco recomendado por capa	0,8 a 1,5 mils
Tiempo de secado al tacto	4 a 6 horas
Tiempo de secado manipulación	16 horas
Tiempo de secado Duro	7 horas
Repintado mínimo	24 horas
Repintado máximo	Ilimitado
Método de aplicación	Brocha, rodillo, pistola y airless
Estabilidad de envasado	24 meses en envase cerrado y ambiente controlado

Instrucciones de aplicación:

- Temperatura de aplicación: 4°-30°C.
- Temperatura de superficie: 4°-30°C.
- Humedad relativa: <85%.
- Preparación de superficie: mínima preparación superficial con limpieza SSPC-SP2 y SP3. Para mejorar el comportamiento, usar limpieza con chorro abrasivo SSPC-SP6.
- No se aceptará mezclar pinturas y solventes de distintos fabricantes. El Contratista deberá solicitar al Fabricante las indicaciones sobre el tipo de solvente que debe utilizar.

2.9.8.3. Pintura antiincendios

La estructura resistente de los edificios menores que figuran en la siguiente tabla se protegerá, además, con una capa de pintura antiincendios, de acuerdo a los requerimientos de resistencia indicados, que también figuran en los planos de arquitectura.

Edificio Menor	Requerimiento de resistencia al fuego
Sala máquina de lavado	F30
Bodega de residuos	F60
Bodega de lubricantes y solventes	F60

El espesor dependerá de cada requerimiento particular y deberá ser definido por el Contratista y aprobado por la I.T.O.

Esta pintura cumplirá con lo establecido en las normas NCh 1974 y NCh 935.

Se comprobará que la pintura antiincendios es compatible con la pintura anticorrosiva empleada.

Las características de la pintura antiincendios cumplirán con lo establecido en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Número de componentes	1 componente de base solvente
Porcentaje de sólidos en volumen	55% (+/- 2%)
Peso específico (20°)	1,34 kg/l
Punto de inflamación (20°)	26°C
Estabilidad (T:<40°C, HR<75%)	Mínimo un año
Espesor seco recomendado por capa	125 • (5 mils)
Tiempo de secado al tacto	1 hora (20°)
Tiempo de secado Duro	7 días
Repintado mínimo	24 horas
Repintado máximo	Ilimitado
Método de aplicación	Brocha y airless
Espesor mínimo (aplicación airless)	510 micrones
Espesor mínimo (aplicación brocha)	300 micrones
Rendimiento teórico	1,8-6,9 m2/l

Instrucciones de aplicación:

- Temperatura de aplicación: 13°-35°C.
- Temperatura de superficie: 3°-35°C.
- Humedad relativa: <90%.
- Preparación de superficie:
 - Sobre soporte limpio SSPC-SP6 Lavado de superficie.
 - Sobre superficie pintada, seguir indicaciones del Fabricante.

2.9.8.4. Mortero ignífugo proyectado

La techumbre de los edificios menores que figuran en la tabla del apartado anterior de esta Especificación Técnica, se protegerá con una capa de mortero ignífugo proyectado, de acuerdo a los requerimientos de resistencia indicados, que también figuran en los planos de arquitectura.

El mortero es un material de base cementicia con agregados ligeros y fibras minerales inorgánicas. Posee una baja densidad que ofrece protección contra el fuego a modo de escudo aislante, sin que se genere reacciones químicas o actúen por efecto intumescente.

Este tipo de material es aplicado por aspersión y su terminación puede ser allanada o texturada, debiendo ser válido para aplicaciones en:

- Entramado de piso.
- Columnas.
- Vigas.
- Cerchas y elementos livianos.
- Entramado de techo.
- Muros y divisiones.

No debe contener asbesto en ninguna de sus formas.

No se romperá ni se desgajará en condiciones normales de movimiento estructural, ni cuando las deflexiones se hallen dentro de un rango de $l / 250$.

Debe cumplir con el método de prueba ASTM E84, cuyos resultados proveerán una clasificación tipo "A" con nula propagación de llama y humo producido.

Las características del mortero cumplirán con lo establecido en la siguiente tabla:

Característica	Método ASTM de prueba	Estándar aceptable
Cohesión/Adherencia	E 736	7,2 kPa
Deflexión	E 759	Sin grietas o desprendimientos
Efecto de impacto en la adherencia	E 760	Sin grietas o desprendimientos
Resistencia a la compresión	E 761	35,9 kPa
Resistencia a la erosión eólica	E 859	$> 0,27 \text{ gr/m}^2$
Densidad	E 605	240 Kg/m^3
Combustibilidad	E 136	Incombustible
Resistencia a la corrosión	E 937	No promueve la corrosión

El espesor dependerá de cada requerimiento particular y deberá ser definido por el Contratista y aprobado por la I.T.O.

2.9.8.5. Medidas de seguridad

Durante el desarrollo de los trabajos se deberán respetar todos los requerimientos de seguridad establecidos por las Normas y por los reglamentos de seguridad de Propietario.

El Contratista deberá informarse y cumplir las condiciones y exigencias de seguridad.

Al trabajar en recintos cerrados con productos que producen material particulado en suspensión, gases hidrocarburos o tóxicos, se deberán observar, al menos, las siguientes reglas:

- Proveer suficiente ventilación para mantener la concentración de los gases por debajo del límite explosivo y de toxicidad.
- Extraer los vapores por succión, no insuflar aire.

- Usar equipo eléctrico blindado en áreas confinadas.
- Conectar a tierra los elementos metálicos.
- Evitar fuego y chispas en un radio de 20 m del área de trabajo.
- Establecer el uso de máscaras de respiración.
- Almacenar los productos bajo estrictas normas de seguridad y en zonas alejadas de las áreas de trabajo.
- Para quitar las manchas de pintura de la piel, lavar con abundante agua fría la zona afectada y posteriormente utilizar un paño humedecido en solvente y luego enjuagar con abundante agua. No se debe utilizar solvente en forma directa para lavar las manos o la piel.
- Los desechos con pintura seca y los envases deben ser tratados como residuo industrial seco (RIS), según la normativa ambiental vigente. Los envases no deben ser reutilizados, por lo que se recomienda inutilizarlos aplastándolos y disponerlos en contenedores adecuados para RIS.

Durante los trabajos de limpieza final, todo operador deberá estar provisto de una máscara conectada a una fuente de aire limpio y con protección completa del cuerpo.

3. OTRAS UNIDADES DE ACERO

3.1. PLACAS COLABORANTES

Se refiere a las losas realizadas con placa colaborante de acero galvanizado, autosoportantes, que contarán con una losa de compresión de hormigón armado.

3.1.1. Normas

Se refiere a la normativa para las placas colaborantes:

ASTM A36	Standard Specification for carbon Structural Steel.
ASTM A786	Standard Specification for Hot-Rolled Carbon, Low-alloy, High-Strength, Low-alloy and Alloy Steel floor plates.
ASTM A6531	Standard Specification for Structural Steel Sheet, Zinc Coated (Galvanized) or Zinc-iron Alloy-coated (Galvannealed) by the Hot-Dip Process.
NCh3346 Of 2013	Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Requisitos. Métodos de ensayo.
NCh3347 Of 2013	Reparación de áreas dañadas y sin revestir de revestimientos galvanizados en caliente.

Para el hormigón y las barras o mallas de refuerzo de la capa de compresión se cumplirá con la normativa establecida en las Especificaciones Técnicas del proyecto para estructuras de hormigón armado.

3.1.2. Materiales

Las placas colaborantes estarán constituidas por lámina de acero estructural según ASTM A653 Gr37 y galvanizada grado G-90 (275 g/m²). Los espesores de las planchas y altura de nervios cumplirán con lo establecido en los planos de Proyecto.

Las placas colaborantes empleadas serán con conectores de corte, de ¾" (19 mm) de diámetro, 70 mm de altura y calidad de acero ASTM A36.

3.1.3. Transporte y almacenaje

Se atenderá a las especificaciones de transporte y almacenaje que determine el Fabricante. No obstante, la mercancía vendrá con etiqueta donde se indique el tipo de placa colaborante, certificaciones de calidad, si los tuviera, y fabricante.

Para el almacenamiento de deberán tener las siguientes precauciones, aparte de las que indique el Fabricante:

- No dejarlas a la intemperie.
- No acopiar con productos químicos o corrosivos.
- Acopiar sobre tirantes de madera con pendiente para evitar acumulaciones de agua.
- No colocar cargas sobre las placas que puedan producir deformaciones en las mismas.

3.1.4. Colocación

Para su correcta colocación se seguirá el siguiente proceso y las especificaciones que el Fabricante del producto determine.

- Fijar las placas a las vigas por medio de tornillos auto-perforantes o soldaduras tapón, con el fin de ubicarlas en su posición definitiva.
- Se coloca tornillo auto-perforante en la pestaña del borde hembra, en la unión longitudinal entre placas, cada 50 cm mínimo, para evitar la fuga de hormigón durante los trabajos de llenado de la losa.
- Los conectores de corte se colocaran según las indicaciones del Fabricante.
- Instalación de la malla de acero a 2,5 cm del nivel superior del hormigón para evitar fisuramiento por retracción de fragüe.
- Colocación de la armadura negativa superior en los apoyos.
- Se deben disponer los apuntalamientos suficientes (si es necesario), de acuerdo a la distancia entre apoyos y la altura del hormigón, de acuerdo a las especificaciones del Fabricante.
- Hormigonado de la placa hasta el nivel proyectado.
- Retiro de apuntalamientos cuando el hormigón haya alcanzado al menos el 80% de su resistencia especificada (no antes de 10 días de llenada la placa). Durante ese período debe mantenerse la humedad del sistema para un buen curado del hormigón.

Se tomarán las siguientes precauciones para su correcta colocación:

- Se deberán instalar tablonces para distribuir las cargas de tránsito hasta que la losa esté terminada.
- No concentrar el hormigón fresco en un lugar concreto.
- Hormigonar cuidando de mantener un nivel parejo sobre la placa.
- La unión transversal de las placas se realizará siempre sobre vigas.
- Cuando se necesite hacer cortes en las placas, mantener la precaución de limpiar virutas o cualquier material que ensucie su superficie, pues posteriormente afectará la adherencia del hormigón con la placa.

En cuanto a la colocación de la capa de compresión de hormigón y el acero de refuerzo, se cumplirá con la normativa establecida en las Especificaciones Técnicas del proyecto para estructuras de hormigón armado.

3.2. PLANCHAS DIAMANTADAS

Este acápite se refiere a las planchas diamantadas de acero galvanizado, antiderrapantes, para su colocación en pisos.

3.2.1. Normas

Se refiere a la normativa para las planchas diamantadas:

ASTM A36	Standard Specification for carbon Structural Steel.
ASTM A786	Standard Specification for Hot-Rolled Carbon, Low-alloy, High-Strength, Low-alloy and Alloy Steel floor plates.
ASTM A6531	Standard Specification for Structural Steel Sheet, Zinc Coated (Galvanized) or Zinc-iron Alloy-coated (Galvannealed) by the Hot-Dip Process.
NCh3346 Of 2013	Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Requisitos. Métodos de ensayo.
NCh3347 Of 2013	Reparación de áreas dañadas y sin revestir de revestimientos galvanizados en caliente.

3.2.2. Materiales

La plancha de acero diamantada estará constituida por lámina de acero estructural, según ASTM A653 Gr37, y galvanizada grado G-90 (275 g/m²). Los espesores de las planchas cumplirán con lo establecido en los planos de Proyecto.

3.2.3. Transporte y Almacenaje

Se atenderá a las especificaciones de transporte y almacenaje que determine el Fabricante. No obstante, la mercancía vendrá etiquetada para una correcta identificación del material.

Para el almacenamiento de deberán tener las siguientes precauciones, a parte de las que indique el Fabricante:

- No acopiar cerca de productos químicos que puedan dañarlas.
- Almacenar en lugares bajo techo.
- Acopiar sobre tirantes de madera con pendiente para evitar acumulaciones de agua.
- No colocar cargas sobre las planchas que puedan producir deformaciones en las mismas.

3.2.4. Colocación

Para su correcta colocación se seguirán las especificaciones que el fabricante del producto determine.