


# NORMA DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAS METÁLICAS

## CONTROL DE CAMBIOS

| Fecha |    |      | Elaboró | Revisó | Aprobó | Descripción | Entrada en vigencia |    |    |
|-------|----|------|---------|--------|--------|-------------|---------------------|----|----|
| DD    | MM | AAAA |         |        |        |             | DD                  | MM | AA |
| 14    | 01 | 2019 | SAOV    | CBV    | LFAG   | Creación    |                     |    |    |
|       |    |      |         |        |        |             |                     |    |    |
|       |    |      |         |        |        |             |                     |    |    |

|   |                              |  |                    |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>1 de 60 |

## CONTENIDO

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | OBJETO .....  | 6  |
| 2.     | ALCANCE .....   | 6  |
| 3.     | DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....  | 6  |
| 4.     | ESTRUCTURA METÁLICA – ACERO ESTRUCTURAL .....   | 6  |
| 4.1.   | DEFINICIÓN .....  | 6  |
| 4.2.   | GENERALIDADES .....   | 6  |
| 4.3.   | ALCANCES Y LIMITACIONES .....   | 7  |
| 4.4.   | NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....  | 7  |
| 4.4.1. | Diseño.....   | 7  |
| 4.4.2. | Materiales .....  | 7  |
| 4.5.   | CONTROL DE CALIDAD .....  | 9  |
| 4.6.   | ENTREGABLES .....   | 10 |
| 4.7.   | INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS .....  | 10 |
| 4.8.   | UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....   | 10 |
| 5.     | ESTRUCTURA METÁLICA –SOLDADURAS .....   | 11 |
| 5.1.   | DEFINICIÓN .....  | 11 |
| 5.2.   | GENERALIDADES .....   | 11 |
| 5.3.   | LIMITACIONES Y ALCANCE.....   | 11 |
| 5.4.   | NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....  | 11 |
| 5.5.   | MATERIALES .....  | 11 |
| 5.6.   | EQUIPOS .....   | 12 |
| 5.7.   | EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....  | 12 |
| 5.8.   | CONTROL DE CALIDAD .....  | 14 |
| 5.8.1. | Soldaduras en probetas de acero .....   | 14 |
| 5.8.2. | Inspección y ensayos .....  | 15 |
| 5.8.3. | Registro de calificación de procedimientos PQR (Procedure Qualification Record) ..... | 15 |
| 5.8.4. | Calificación e identificación del soldador.....                                       | 15 |
| 5.8.5. | Preparación de las juntas .....   | 16 |
| 5.8.6. | Ensayos no destructivos e inspección visual .....                                     | 17 |
| 5.8.7. | Preparación de juntas.....  | 18 |
| 5.8.8. | Informes de pruebas.....  | 18 |
| 5.9.   | ENTREGABLES .....   | 19 |
| 5.10.  | INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS.....  | 19 |

|   |                              |  |                    |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>2 de 60 |


|  |    |
|--|----|
| 5.11. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....  | 19 |
| 6. ESTRUCTURA METÁLICA –TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS .....                             | 20 |
| 6.1. DEFINICIÓN .....  | 20 |
| 6.2. GENERALIDADES .....   | 20 |
| 6.3. LIMITACIONES Y ALCANCE.....   | 20 |
| 6.4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....  | 20 |
| 6.5. UNIONES ATORNILLADAS.....   | 21 |
| 6.5.1. Equipos.....  | 21 |
| 6.5.2. Ejecución de los trabajos para uniones con tornillos de alta resistencia .....    | 21 |
| 6.6. CONTROL DE CALIDAD .....  | 23 |
| 6.7. ENTREGABLES .....   | 23 |
| 6.8. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS.....  | 24 |
| 6.9. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....   | 24 |
| 7. ESTRUCTURA METÁLICA – TRATAMIENTO DE SUPERFICIES.....                                 | 24 |
| 7.1. DEFINICIÓN .....  | 24 |
| 7.2. GENERALIDADES .....   | 24 |
| 7.3. ALCANCES Y LIMITACIONES .....   | 25 |
| 7.4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....  | 25 |
| 7.5. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES PARA EJECUCIÓN DE PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS.....  | 26 |
| 7.5.1. Preparación de superficies .....  | 26 |
| 7.5.2. Procedimiento mínimo – preparación de superficies metálicas .....                 | 27 |
| 7.5.3. Sistemas de limpieza.....   | 27 |
| 7.5.4. Sistema de limpieza mínimo a emplear de acuerdo con el elemento o estructura..... | 31 |
| 7.6. CONTROL DE CALIDAD .....  | 31 |
| 7.7. ENTREGABLES .....   | 32 |
| 7.8. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS.....  | 32 |
| 7.9. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....   | 32 |
| 8. ESTRUCTURA METÁLICA – PASAMANOS .....   | 32 |
| 8.1. DEFINICIÓN .....  | 32 |
| 8.2. GENERALIDADES .....   | 33 |
| 8.3. ALCANCES Y LIMITACIONES .....   | 33 |
| 8.4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....  | 33 |
| 8.5. CONTROL DE CALIDAD .....  | 34 |

|   |                              |  |                    |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>3 de 60 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 8.6.    | ENTREGABLES .....                                      | 34 |
| 8.7.    | INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS.....                   | 35 |
| 8.8.    | UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....              | 35 |
| 9.      | OBRAS CIVILES – ANCLAJES EMBEBIDOS .....               | 35 |
| 9.1.    | DEFINICIÓN .....                                       | 35 |
| 9.2.    | GENERALIDADES .....                                    | 35 |
| 9.3.    | ALCANCES Y LIMITACIONES .....                          | 36 |
| 9.4.    | NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....                     | 36 |
| 9.5.    | PLACAS BASE .....                                      | 37 |
| 9.6.    | CONTROL DE CALIDAD .....                               | 37 |
| 9.7.    | ENTREGABLES .....                                      | 37 |
| 9.8.    | INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS:.....                  | 37 |
| 9.9.    | UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....              | 38 |
| 10.     | OBRAS CIVILES – ANCLAJES POST-INSTALADOS .....         | 38 |
| 10.1.   | DEFINICIÓN .....                                       | 38 |
| 10.2.   | GENERALIDADES .....                                    | 38 |
| 10.3.   | ALCANCES Y LIMITACIONES .....                          | 38 |
| 10.4.   | NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....                     | 38 |
| 10.5.   | PLACAS BASE .....                                      | 39 |
| 10.6.   | INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE POST-INSTALADOS ..... | 39 |
| 10.7.   | CONTROL DE CALIDAD .....                               | 40 |
| 10.8.   | ENTREGABLES .....                                      | 40 |
| 10.9.   | INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS:.....                  | 40 |
| 10.10.  | UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....              | 40 |
| 11.     | ESTRUCTURA METÁLICA – PISO EN LÁMINA COLABORANTE ..... | 41 |
| 11.1.   | DEFINICIÓN .....                                       | 41 |
| 11.2.   | GENERALIDADES .....                                    | 41 |
| 11.3.   | ALCANCES Y LIMITACIONES .....                          | 42 |
| 11.4.   | NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....                     | 42 |
| 11.5.   | INSTALACIÓN Y MONTAJE.....                             | 44 |
| 11.5.1. | Dirección de colocación del “metaldeck” .....          | 44 |
| 11.5.2. | Corte de las láminas en la obra .....                  | 45 |
| 11.5.3. | Posición de instalación de la lámina “metaldeck” ..... | 45 |
| 11.5.4. | Apuntalamiento temporal.....                           | 45 |

|   |                              |  |                    |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>4 de 60 |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 11.5.5.    | Tapas de cierre metaldeck .....   | 46        |
| 11.5.6.    | Fijación lateral.....   | 46        |
| 11.5.7.    | Instalación de malla electrosoldada o acero de retracción de fraguado ..... | 47        |
| 11.5.8.    | Refuerzo negativo para losas de “metaldeck” .....                           | 48        |
| 11.5.9.    | “Metaldeck” sobre vigas metálicas .....                                     | 49        |
| 11.5.10.   | Vaciado del concreto .....  | 50        |
| 11.5.11.   | Control de Calidad .....  | 51        |
| 11.5.12.   | Entregables.....  | 51        |
| 11.5.13.   | Integración a Precios Unitarios:.....                                       | 51        |
| 11.5.14.   | Unidad de Medida y Medición de pago .....                                   | 52        |
| <b>12.</b> | <b>ESTRUCTURA METÁLICA – RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES.....</b>              | <b>52</b> |
| 12.1.      | DEFINICIÓN .....  | 52        |
| 12.2.      | GENERALIDADES .....   | 52        |
| 12.3.      | ALCANCES Y LIMITACIONES .....   | 53        |
| 12.4.      | NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA.....  | 53        |
| 12.5.      | EJECUCIÓN DE PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS .....                         | 55        |
| 12.5.1.    | Condiciones del tiempo .....  | 55        |
| 12.5.2.    | Aspectos sanitarios.....  | 56        |
| 12.5.3.    | Aspectos de seguridad y aseo .....  | 56        |
| 12.5.4.    | Preparación de superficies .....  | 56        |
| 12.5.5.    | Pintura en taller.....  | 57        |
| 12.5.6.    | Retoques de pintura .....   | 58        |
| 12.6.      | CONTROL DE CALIDAD .....  | 58        |
| 12.6.1.    | Ensayos e inspecciones .....  | 59        |
| 12.7.      | ENTREGABLES .....   | 59        |
| 12.8.      | INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS.....  | 60        |
| 12.9.      | UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO .....                                   | 60        |

|   |                              |  |                    |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>5 de 60 |

## 1. OBJETO

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos mínimos que se deben cumplir para la ejecución de actividades de construcción de diferentes tipos de estructuras metálicas utilizadas en los negocios de EPM, así como aquellos requisitos que particularmente EPM o el contratista consideren necesarios debido a la naturaleza de las estructuras, según los códigos aplicables y a su experiencia.

## 2. ALCANCE

Esta norma es aplicable para las materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la construcción de estructuras metálicas tales como columnas, vigas, placas, perfiles metálicos, elementos de conexión, así como tornillos, pernos de anclaje, tuercas, arandelas, pintura en taller, pintura en obra y todos los materiales y actividades necesarias para una correcta y completa instalación, así como la operación satisfactoria de los sistemas estructurales.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales y demás documentos empleados como referencia en esta norma de construcción, deben ser considerados en su versión más reciente.

Cada reglamento, norma o documento se encuentra referenciado en cada ítem de la estructura metálica: acero estructural, soldadura, tornillos, tuercas y arandelas, tratamiento de superficies, pasamanos, anclajes embebidos, anclajes post-instalados, lámina colaborante, recubrimiento de superficies.



## 4. ESTRUCTURA METÁLICA – ACERO ESTRUCTURAL

### 4.1. DEFINICIÓN

Se denomina acero estructural a una categoría de acero utilizado como material de construcción para la fabricación de perfiles de acero estructural. Los perfiles de acero estructural, sus tamaños, composición metalúrgica, resistencias, etc., están regulados por las respectivas normas específicas para la composición química y propiedades mecánicas. Los perfiles estructurales pueden ser rolados en caliente (hot rolled) o perfiles rolados en frío (cold rolled) y para cada tipo existen normas aplicables.

### 4.2. GENERALIDADES

Se indican los requisitos generales aplicables a materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la construcción de las estructuras metálicas y elementos cubiertos por este documento, tales como columnas, vigas y cualquier tipo de perfil metálico, así como tornillos, pernos de anclaje, tuercas, arandelas, pintura en taller, pintura en obra y todos los materiales y actividades necesarias para una correcta y completa instalación, así como la operación satisfactoria de los sistemas estructurales. Las omisiones o ambigüedades que se

|   |                       |   |                                  |
|---|-----------------------|---|----------------------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15   | REV.<br>0                        |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                       |   | PÁGINA:<br>6 de 60               |

puedan presentar en los planos o especificaciones del contratante no exoneran al contratista de la responsabilidad de efectuar un suministro de estructuras con materiales de primera calidad. Si el contratista encuentra inexactitudes o incorrecciones en los planos o en las especificaciones, debe hacerse corregir o aclarar del contratante estas discrepancias antes de iniciar cualquier etapa de sus trabajos. La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 4.3. ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta norma debe ser acompañada de los planos de ingeniería y los criterios de diseño de la estructura metálica a construir.

### 4.4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

#### 4.4.1. Diseño

- NSR-10: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
- AISC 303-10: Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges
- AISC 360-10: Specification for Structural Steel Buildings.
- AISC 341-10: Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.
- AISC 358-10: Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic applications.
- AISI S100: North American Specification for the design of Cold-formed steel structural members.

#### 4.4.2. Materiales

Acero estructural de acuerdo con las especificaciones de diseño.

##### (a) Perfiles estructurales laminados en caliente

- ASTM A36/A36M.
- ASTM A529/A529M
- ASTM A572/A572M
- ASTM A588/A588M.
- ASTM A709/A709M.
- ASTM A913/A913M.
- ASTM A992/A992M.
- ASTM A1043/1043M.

##### (b) Tubería estructural

- ASTM A500.

##### (c) Tubería circular

- ASTM A53/A53M, Gr. B.

|   |                       |  |                    |                                  |                    |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br>0          |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>7 de 60 |

**(d) Láminas**

- ASTM A36/A36M.
- ASTM A572/A572M.
- ASTM A1011/A1011M.
- ASTM A1043/A1043M.

**(e) Barras planas**

- ASTM A36/A36M
- ASTM A529/A529M
- ASTM A572/A572M.
- ASTM A709/A709M.

**(f) Láminas laminadas en frío**



- ASTM A606/A606M.
- ASTM A1011/A1011M SS, HSLAS y HSLAS-F.

**(h) Perfiles laminados en frío**

- ASTM A1011/A1011M SS Grados 30, 33, 36 Tipos 1 y 2, 40, 45, 50, y 55; HSLAS Clases 1 y 2, Grados 45, 50, 55, 60, 65 y 70; HSLAS-F Grados 50, 60, 70 y 80.
- ASTM A36/A36M.
- ASTM A242/A242M.
- ASTM A572.
- ASTM A588/A588M
- ASTM A283/A283M.
- ASTM A529/A529M.
- ASTM A606.
- ASTM A653/A653M SS Grados 33, 37, 40 y 50 Clase 1 y Clase 3; HSLA tipos A y B, grados 40, 50, 60, 70 y 80.
- ASTM A792/A792M Grados 33, 37, 40 y 50 clase 1
- ASTM A500.
- ASTM A1008/A1008M SS Grados 25, 30, 33 Tipos 1 y 2, y 40 Tipos 1 y 2; HSLAS Clases 1 y 2, Grados 45, 50, 55, 60, 65 y 70; HSLAS-F Grados 50, 60, 70 y 80.
- ASTM A847.
- ASTM A875/A875M SS Grados 33, 37, 40 y 50 clase 1 y clase 3; HSLAS Tipos A y B, Grados 50, 60, 70 y 80.
- ASTM A1003/A1003M ST Grados 50 H, 40 H, 37 H, 33 H.
- ASTM A1039/A1039M SS Grados 40, 50, 55, 60, 70 y 80.

**(i) Tornillos, tuercas, arandelas y soldaduras**

RCSC                      Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts ASTM A123 Standard  
 Specification for Zinc (Hot dip galvanized) coatings on iron and steel products ASTM  
 A307 Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs and Treaded Rod 60000

|   |                              |  |                       |                               |                    |
|---|------------------------------|--|-----------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         |  |                       | <b>NC-MN-OC08-15</b>          | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |  |                       | ELABORÓ:<br>SAOV              | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              |  |                       | APROBÓ:<br>LFAG               | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCALA:<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>8 de 60 |



|           |  |
|-----------|--|
|           | psi Tensile Strength   |
| ASTM A325 | High-Strength Bolts for Structural Steel Joints                          |
| ASTM A490 | Heat-Treated, Steel Structural Bolts.                                    |
| ASTM A563 | Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts                   |
| ASTM F436 | Standard Specification for Hardened Steel Washers Welding                |
| AWS A2.1  | Welding symbol chart   |
| AWS A2.4  | Standard Symbols for Welding, Brazing and Non-destructive examination    |
| AWS A5.1  | Specification for carbon steel electrodes for shielded metal arc welding |
| AWS D1.1  | Structural Welding Code - Steel  |
| AWS QC7   | Standard for AWS Certified Welders                                       |
| AWS QC13  | Specification for the Certification of Welding Supervisors               |

#### 4.5.CONTROL DE CALIDAD

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

Los informes y certificados expedidos por la acería, o los reportes de ensayos realizados por el fabricante o por un laboratorio reconocido, constituirán evidencia suficiente de conformidad del material con una de las normas anteriormente listadas.

Para elementos con acero rolando en caliente:

Para perfiles, láminas y barras planas estructurales laminados en caliente, tales ensayos se realizarán de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM A6; para láminas tales ensayos se realizarán de acuerdo con ASTM A568/A568M; para tuberías las pruebas se deben realizar de acuerdo con los requisitos de los estándares ASTM enumerados arriba que sean aplicables a estos productos.

Para elementos con acero rolando en frío:

- Los aceros deben cumplir con los requisitos mecánicos y químicos de cualquiera de las especificaciones mencionadas anteriormente, u otra especificación publicada.
- Las propiedades mecánicas y químicas serán determinadas por el productor, el proveedor, o el vendedor, de acuerdo con las siguientes normas: para láminas recubiertas, NTC 3940; para acero laminado en caliente, en frío, en rollos y láminas, NTC 73; para placas y barras, ASTM A6/A6M; para secciones estructurales huecas, los ensayos deben realizarse en concordancia con los requerimientos de la NTC 4526 (para acero al carbón) o ASTM A847 (para acero de alta resistencia baja aleación, HSLA).
- Las propiedades del recubrimiento en los aceros se deben determinar por el productor, el proveedor o el vendedor de acuerdo con lo establecido en NTC 3940.
- Si el acero va a ser soldado, su idoneidad para el proceso destinado de soldadura debe ser establecido por el productor, proveedor o vendedor de acuerdo a las normas AWS D1.1 ó D1.3 (American Welding Society), según sea el caso.

|   |                              |  |                    |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>9 de 60 |

#### 4.6. ENTREGABLES

El contratista debe emitir para aprobación de EPM la siguiente información:

- Plan de calidad
- Plan de inspección y ensayos
- Certificados de calidad de los materiales
- Resultados de pruebas de laboratorio, campo y taller.
- Planos de taller y montaje: Planos con detalles completos de fabricación de piezas, espesores, soldaduras, ensayos no destructivos y montaje. Codificación de las láminas, columnas, vigas y similares (todos los elementos deben estar debidamente numerados), planos con detalles completos para la fijación de pernos de anclaje, placas de base y similares.
- Programación: Programas de fabricación y montaje.
- Codificación de piezas.
- Reportes de fabricación: Certificados de calidad de toda clase de aceros utilizados en las fabricaciones.
- Soldaduras: Certificación vigente de soldadores para la ejecución de soldadura de filete y penetración completa en todas las posiciones y procedimientos de soldadura. La certificación la debe emitir un laboratorio nacionalmente acreditado.
- Inspección de soldaduras: Procedimientos propuestos de soldadura de los elementos estructurales, además de reporte de las soldaduras aplicadas a la estructura. Reportes de inspección visual de todas las soldaduras.
- Protocolo de verificaciones en taller (pre-ensamble) si se requiere.
- Limpieza y pintura: Información del procedimiento de limpieza y "sandblasting" de los componentes estructurales y del esquema de pintura detallado, indicando tipos de pintura y espesores a aplicar y protocolo de verificación de espesores y de adherencia de la pintura.
- Cálculo estructural: Memorias de cálculo de los sistemas diseñados.

#### 4.7. INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

- Perfiles y láminas de acero estructural incluido el porcentaje promedio de desperdicio originado en la fabricación.
- Las erogaciones necesarias para llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias de acuerdo a las especificaciones de diseño.
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal.
- Depreciación de equipos.
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Limpiezas.

#### 4.8. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación para fines de pago debe ser por kilogramo (kg) de estructura realmente instalada, sin embargo el acero estructural debe estar integrado al costo de fabricación de las estructuras de acero, solo se medirá y pagará como un concepto separado cuando así se especifique en el contrato.

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>10 de 60 |

## 5. ESTRUCTURA METÁLICA –SOLDADURAS

### 5.1.DEFINICIÓN

La soldadura es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), se agrega un material de aporte (metal o plástico) que al fundirse forma un charco de material fundido entre las piezas (el baño de soldadura) y al enfriarse se convierte en una unión fija a la que se le denomina cordón. A veces se utiliza conjuntamente presión y calor o solo presión por sí misma para producir la soldadura.

### 5.2.GENERALIDADES

Comprende el conjunto de actividades asociadas con la aplicación de soldaduras en los componentes de estructuras de acero; entendiéndose que esto implica las acciones relacionadas con el antes, el durante y el después de la aplicación de dicha soldadura.

La aprobación dada por el contratante a los planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 5.3.LIMITACIONES Y ALCANCE

Todas las soldaduras deben cumplir con los detalles que aparecen en los planos estructurales, si se demuestra que no hay detalles, como lo indique el ingeniero estructural.

### 5.4.NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

|                |  |
|----------------|--|
| NSR-10         | Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes  |
| NTC 5832       | Prácticas normalizadas para fabricación y montaje de estructuras en acero. edificios y puentes |
| NTC 2057       | Código para calificar el procedimiento para soldar y la habilidad del soldador                 |
| ASTM SE-165    | Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination  |
| AWS D1.1/D1.1M | Structural Welding Code – Steel.   |
| AWS D1.6/D1.6M | Structural Welding Code – Stainless Steel  |
| AWS A2.1       | Welding symbol chart   |
| AWS A2.4       | Standard Symbols for Welding, Brazing and Non-destructive examination                          |
| AWS A5.1       | Specification for carbon steel electrodes for shielded metal arc welding                       |
| AWS QC7        | Standard for AWS Certified Welders   |
| AWS QC13       | Specification for the Certification of Welding Supervisors                                     |

### 5.5.MATERIALES

Los materiales de aporte, los gases y los consumibles utilizados en el proceso de soldadura deben ser nuevos, libres de defectos e imperfecciones y suministrados por proveedores reconocidos. Los materiales deben cumplir con las especificaciones y las normas de fabricación y las pruebas

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0          |                                  |                     |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |                                  |                     |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |                                  |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>11 de 60 |

correspondientes.

**Tabla 1. Especificaciones de Electrodo según AWS**

| Especificación                  | Descripción  | Ejemplo de Electrodo                |
|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| ANSI AWS A5.1 /<br>ASME SFA-5.1 | Especificación de electrodos revestidos para soldadura de aceros al carbono por proceso de soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)       | E6010, E6013, E7015, E7018          |
| ANSI AWS A5.5 /<br>ASME SFA-5.5 | Especificación de electrodos revestidos para soldadura de aceros de baja aleación por proceso de soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW) | E7018-x, E8018-x, E9018-x, E10018-x |
| ANSI AWS A5.4 /<br>ASME SFA-5.4 | Especificación de electrodos revestidos para soldadura de aceros inoxidable por proceso de soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)       | E308, E309, E316L                   |

Los electrodos y otros consumibles de soldadura deben ser almacenados y utilizados según lo recomendado por el fabricante. No se permite la utilización de electrodos recubiertos para soldadura de arco de mano y fundentes para soldadura automática y semi-automática que hayan sido mojados o humedecidos, aunque hayan sido secados.

### 5.6.EQUIPOS

El contratista debe presentar a consideración del interventor, los equipos, las herramientas y procesos de soldadura para las actividades a ejecutar, de acuerdo con el tipo de componentes a soldar y que sean consecuentes con la seguridad del personal y la obra, el avance requerido, según el programa de trabajo y, que a su vez, sea posible el desarrollo normal de las etapas constructivas siguientes.



### 5.7.EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de soldadura comprenden etapas temporalmente ubicadas antes, durante y después de su aplicación. A continuación se relacionan las actividades básicas que se deberían tener en cuenta en cada una de dichas etapas:

**En la etapa previa**, como mínimo, y sin limitarse a ello, se debe tener en cuenta: la elaboración y aprobación de los procedimientos de soldadura (WPS), la calificación de ellos, la certificación y/o calificación de soldadores; la revisión de los planos de construcción y montaje, realizar y verificar los requerimientos de material para la estructura; la obtención de los certificados de calidad y la determinación del método y marca del acero; la selección de los electrodos de soldadura y la revisión y aprobación del método de almacenamiento de consumibles de soldadura.

Igualmente, se debe verificar si el armado y alineamiento de las partes a ser soldadas cumple con el WPS aprobado y las dimensiones de las juntas a soldar tienen consideradas las contracciones y distorsiones propias del proceso de soldadura.

**En la etapa de soldeo**, como mínimo, y sin limitarse a ello, se debe tener en cuenta:

|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>12 de 60 |

- Verificar que los materiales usados cumplan con los requerimientos contractuales y con los certificados de calidad.
- Verificar que la calificación de los soldadores se corresponde con los soldadores de campo asignados y las posiciones de soldadura de las piezas en proceso de fabricación. Además por razones de inspección y trazabilidad, que cada uno de los soldadores identifique su trabajo con el estampe que se le haya asignado.
- Todas las soldaduras se deben llevar a cabo bajo la supervisión de una persona que posea el certificado como supervisor de soldadura para toda soldadura estructural de acuerdo con AWS QC13, u otras calificaciones aceptables según AWS.
- Las calificaciones de todos los soldadores deben cumplir con AWS QC7. El contratista debe proporcionar evidencia aceptable en donde certifique que los soldadores están calificados para los procedimientos que se llevan a cabo. El interventor puede solicitar las pruebas de calificación y procedimiento, cuando sea necesario, dichos ensayos se llevan a cabo sin costo adicional.

Revisar que los procedimientos de soldadura aprobados (WPS) y los requerimientos de las especificaciones o códigos son divulgados, conocidos y aplicados por todos los involucrados en el proceso de soldadura, especialmente el personal operativo.

En las soldaduras a tope con penetración completa, cuando deben realizarse por ambos lados, el fondo de la que se deposite primero deberá ser rebajada con disco de pulido o por medios adecuados hasta el metal limpio, antes de empezar la soldadura del otro lado, a menos que se presente prueba evidente de que el procedimiento empleado permita obtener la fusión completa sin necesidad de biselado.



Las piezas de acero que se vayan a unir por medio de soldadura deberán cortarse con precisión y tener las aristas biseladas por medio de soplete de escalpelo neumático o por maquinado de acuerdo con el tipo de unión requerido para obtener penetración total. Las superficies cortadas deben quedar libres de defectos, imperfecciones o vacíos, causados por la operación de corte, de cualquier defecto perjudicial y herrumbres, grasas, polvo o materias extrañas a todo lo largo de los bordes preparados para la soldadura en toda la extensión de la penetración total. Los filetes terminados deben tener buena apariencia y uniformidad y quedar libres de cavidades, escamas, superficies salientes o cualquier otra irregularidad.

Después de cada paso de soldadura y una vez esté fría, debe removerse completamente toda la escoria que pueda haber quedado. En las juntas que presenten grietas, inclusiones de escoria, porosidad gruesa o cavidades, o en que el metal de soldadura tiende a traslapar el de las piezas soldadas sin fusión adecuada, las porciones defectuosas se deben recortar o biselar (escoplear) y la junta soldarse de nuevo.

Monitorear que los electrodos de bajo hidrogeno se hayan secado y posteriormente mantenidos en hornos portátiles previo a su uso, a una temperatura entre a 65°C y 80 °C.

**En la etapa posterior** a la conclusión de la soldadura, como mínimo, y sin limitarse a ello, se debe tener en cuenta:

- Verificar que todas las juntas hayan sido soldadas y cumplan con el tamaño requerido, el acabado y la longitud.
- En la inspección visual se debe verificar que los cordones de soldadura estén libres de grietas, falta de fusión y de las indicaciones como los poros y socavados o se encuentren dentro de los límites aceptados por los códigos y especificaciones contractuales.

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>13 de 60 |

- Asegurar que todos los ensayos no destructivos requeridos han sido realizados y reportados.
- Verificar que las pruebas son realizadas por personal calificado y con los procedimientos y técnicas apropiadas.
- Inspeccionar que todos los requerimientos de pulido o acabado de cordones de soldadura se cumplan como requisito previo al proceso de limpieza y protección final de la estructura.

**5.8.CONTROL DE CALIDAD**

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

La elaboración de procedimientos de soldadura (WPS), la utilización de procedimientos precalificados (WPS), la calificación de procedimientos de soldadura (PQR), la calificación de soldadores (WPQ), las inspecciones relacionadas con los materiales y el proceso de soldadura y los criterios de aceptabilidad, deben hacerse de acuerdo con los documentos contractuales y las normas técnicas colombianas, NTC y bajo el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). A falta de ellas deben seguirse las normas de la Asociación Americana de Soldadura (AWS), Instituto Americano de construcciones de Acero (AISC) y de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM).

El control de calidad de las soldaduras en obra deben estar conforme a los requisitos del código AWS D1.1 en lo referente a los ensayos no destructivos (radiografías o ultrasonido) y se debe aplicar al 20% de las juntas a tope de penetración completa a tracción en el sistema de resistencia sísmico y control con tintas penetrantes al 10% de las soldaduras de filete al resto del sistema escogido al azar, según lo indique el interventor.

**5.8.1. Soldaduras en probetas de acero**

- a) Las probetas de acero para los ensayos a ser calificadas deben prepararse y soldarse de acuerdo con las especificaciones de los procedimientos de soldadura (*WPS Welding Procedure Specification*)
- b) Los consumibles de soldadura deben estar conforme a lo requerido por las especificaciones de los procedimientos de soldadura (*WPS Welding Procedure Specification*) y/o cumplir con la sección II, parte C del código ASME (*Material Specifications*).
- c) Cuando sean requeridas pruebas de impacto las variables suplementarias esenciales deben especificarse; estableciendo la temperatura máxima de cada pase de soldadura y la entrada de calor.
- d) Todas las variables de soldadura deben anotarse en el registro de calificación del procedimiento (*PQR Procedure Qualification Record*).
- e) Después de aplicada la soldadura a las probetas de acero, si es requerido, debe recibir realizarse el tratamiento térmico de acuerdo con las especificaciones de los procedimientos de soldadura (*WPS Welding Procedure Specification*).
- f) Los parámetros de tratamiento térmico pueden ser registrados a mano, o con un registrador automático, siendo preferible el registro automático.
- g) Los informes de tratamiento térmico deben poseer toda la información relevante considerando los datos del tiempo y la temperatura.

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>14 de 60 |

h) Las probetas a las cuales se les haya hecho tratamiento térmico, se les debe incluir la realización de pruebas de dureza de la zona afectadas por el calor del material base y del depósito de soldadura. Los resultados deben reportarse en los registros de calificación de los procedimientos (*PQR Procedure Qualification Record*).

### 5.8.2. Inspección y ensayos

a) Después de terminada la soldadura, las probetas de acero deben ser sometidas a ensayos no destructivos (NDE Nondestructive evaluation), y evaluarse con respecto a los requisitos de AWS D1.1. (Structural Welding Code – Steel) sección 4-98 para acero estructural.

b) Si las pruebas no destructivas resultan no satisfactorias, las muestras deben rechazarse y el procedimiento de calificación repetirse.

c) Las probetas de acero aceptadas por las pruebas no destructivas se les debe someter a la realización de ensayos destructivos de acuerdo con el AWS D1.1 (Structural Welding Code – Steel) sección 4- 98 para soldaduras en acero estructural.

d) Todos los resultados de pruebas e inspecciones se deben incluir en el registro de calificación de procedimiento.

### 5.8.3. Registro de calificación de procedimientos PQR (Precedure Qualification Record)

Después de resultar aceptables los ensayos destructivos y no destructivos, se debe preparar un archivo de los registros de calificación de los procedimientos como sigue:

a) Una actualización de las especificaciones de los procedimientos de soldadura incluyendo los parámetros de prueba.

b) Los registros de calificación de los procedimientos de soldadura.

c) Informe de los ensayos no destructivos.

d) Los resultados de las pruebas mecánicas destructivas.

La información debe ser verificada, documentada y archivada por la persona responsable de las inspecciones y registros de calidad.


### 5.8.4. Calificación e identificación del soldador

Todos los soldadores serán calificados para determinar su habilidad para producir soldaduras sanas de acuerdo con los requerimientos de AWS D1.1. (Structural Welding Code – Steel).

Cada soldador calificado estará identificado con un estampe.

#### 5.8.4.1. Calificación del soldador

Todo soldador debe efectuar una prueba bajo las variables de un WPS (Welding Procedure

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br>0           |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>15 de 60 |

Specification) calificado. Si los resultados son aceptables se debe firmar en el registro de calificación de soldadores. Solo en este momento el soldador puede soldar en los trabajos asignados, dentro de los límites de su calificación, de acuerdo a los registros de la sección del código aplicable.

a) Los soldadores deben ser calificados para cada proceso, material o número P, número F del electrodo, rango de espesores y posición de la soldadura junta a soldar de acuerdo a su aplicación.

b) Las características de las pruebas de calificación y los criterios de evaluación, deben ser realizados de acuerdo a AWS (American Welding Society) D1.1.

c) Las pruebas de calificación para estructuras metálicas deben ser realizadas en lámina de acero al carbono de espesor 3/8", en las posiciones 1G (plana) o 3-4G (vertical-sobre cabeza). Las soldaduras verticales deben ser realizadas con progresión ascendente.

d) Los soldadores pueden ser calificados por radiografía, pruebas mecánicas y ensayos no destructivos de acuerdo a AWS D1.1 (Structural Welding Code – Steel) sección 4 parte C para acero estructural.

e) Los registros de los resultados de calificación de soldadores (WPQ) serán mantenidos en archivos y estarán disponibles cuando la INTERVENTORÍA los requiera.

f) La calificación de un soldador vence cuando no ha soldado con un determinado proceso de soldadura en un término de 6 meses o más o si se presenta algún cuestionamiento durante el trabajo que realiza.

g) La calificación de un soldador debe ser revocada si se presenta cuestionamiento en la calidad de las juntas ejecutadas en producción.

#### 5.8.4.2. Registro de soldadores

a) Se debe llevar un registro general de los soldadores calificados.

b) El registro debe identificar a todos los soldadores calificados vigentes, y debe tener la siguiente información: nombre completo, número de identificación, estampe de identificación y las especificaciones de la posición, espesores y el diámetro para los procedimientos de soldadura bajo los cuales ha sido calificado el soldador.

#### 5.8.5. Preparación de las juntas

En adición a los requerimientos de la normativa, en la preparación de las juntas se debe tener en cuenta lo siguiente:

a) Los elementos deben cortarse para que se ajuste a la longitud indicada en los planos.

b) Las juntas que se van a soldar a tope, deben tener los extremos biselados de acuerdo con las especificaciones del procedimiento de soldadura (WPS Welding Procedure Specification) aprobado.

c) En los biseles para uniones soldadas a tope de diferentes espesores de pared, el componente con mayor espesor debe ser modificado mecánicamente en su bisel de tal forma que la superficie

|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0           |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>16 de 60 |



adyacente de la junta se encuentre a nivel dentro de las tolerancias permitidas por el código en uso.

d) El bisel debe tener una superficie de acabado limpio-uniforme y no tener muescas-entallas profundas, estrías o irregularidades. Los defectos de corte en los biseles deben ser corregidos con pulidora o similar medio mecánico.

e) La superficie y el área adyacente a la soldadura no deben tener incrustaciones, polvo, aceite, grasa, humedad ni otros contaminantes.

f) Los métodos de corte y biselado para materiales de Acero al Carbón y Acero de baja Aleación pueden ser: sierra mecánica, soplete oxiacetilénico, disco abrasivo, maquinado con arranque de viruta y/o corte con plasma.

g) Los trabajos de corte y biselado de los aceros inoxidables debe ser ejecutado mediante mecanizado, disco de corte (AL2O3) y/o plasma.

h) Los aceros inoxidables deben trabajarse aislados de materiales ferrosos y/o productos que generen su contaminación. Para la limpieza debe ser usado cepillo o grata de acero inoxidable.

i) El alineamiento de las juntas debe ser con dispositivos mecánicos y libres de depresiones e irregularidades.

j) El corte y biselado con disco abrasivo se debe realizar de tal modo que el calentamiento extremo del área no afecte la estructura base del material.

#### 5.8.6. Ensayos no destructivos e inspección visual

a) Los ensayos no destructivos deben ser realizados por personal certificado por ASNT (American Society for Nondestructive testing) de acuerdo con los procedimientos y estándares establecidos o por el ente gubernamental que certifique éste tipo de ensayos.

b) El tipo y extensión del examen no destructivo debe estar de acuerdo con la clase de material, códigos en uso y requisitos de los planos.

c) Los ensayos no destructivos deben hacerse después de terminar el tratamiento térmico donde se requiera.



d) La inspección visual debe incluir la verificación del material, componentes, dimensiones, preparación de los biseles, alineación de juntas, revisión de pernos o métodos alternos de uniones, soportes o ensamblajes según sea aplicable.

e) Las superficies de las soldaduras de filete no deben tener ondulaciones bruscas-sobrejuntas, muescas, socavaciones, filos abruptos, empalmes pronunciados o llanos.

f) Ninguna soldadura debe tener grietas.

g) Las soldaduras a tope en tubería deben tener una total penetración y una fusión completa.

La interventoría a su criterio debe determinar los ensayos no destructivos. Al encontrarse defectos o imperfectos en una junta soldada, la placa radiográfica de la junta reparada debe ser a costo del

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         |  |                    | <b>NC-MN-OC08-15</b>             | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>17 de 60 |

contratista, el cual además debe incurrir en el costo de una placa radiográfica adicional.

### 5.8.7. Preparación de juntas

- a) Cualquier área que se haya encontrado defectuosas por inspección visual o por ensayos no destructivos, debe ser identificada y registrada por el supervisor de soldadura.
- b) Todas las reparaciones deben ser realizadas por soldadores calificados de acuerdo con los procedimientos de soldadura aprobados.
- c) Los defectos de las superficies deben removerse con discos abrasivos o por medios mecánicos
- d) Reparaciones del metal base:
  - Todas las diferencias de espesor del material base deben ajustarse con disco abrasivo o medio mecánico a una pendiente de 3:1.
  - Después de completar la soldadura de reparación sobre el metal base, el área soldada debe pulirse con disco abrasivo o medio mecánico para obtener una soldadura a ras con las superficies adyacentes.
  - Después de la reparación y del tratamiento térmico (si es requerido), deben realizarse los ensayos no destructivos correspondientes.
- e) Todos los defectos revelados por ensayos no destructivos o por medio de inspecciones visuales se deben remover por medio de disco abrasivo o por medio mecánico.
- f) En caso de grietas las reparaciones deben extenderse hasta 25 mm en el material adyacente.
- g) Se debe realizar inspección visual y ensayo no destructivo para asegurar la remoción del defecto.

### 5.8.8. Informes de pruebas

Los informes de pruebas deben contener al menos la siguiente información:

- a) Identificación clara del material, elemento o ensamble que haya sido probado. Deben emplearse dibujos, diagramas o fotografías donde sea necesario para explicar el comportamiento del material bajo prueba.
- b) El número, título, revisión y fecha de los planos o esquemas que se han empleado para la realización de las pruebas, los cuales deben estar aprobados por la interventoría. Deben indicar además claramente las especificaciones o normas aplicables para cada ensayo.
- c) Propósito y alcance de los ensayos, especificando claramente el tipo de ensayo efectuado (mecánico, eléctrico, químico, etc.); el equipo utilizado para llevar a cabo la prueba y el comportamiento del material. Se debe especificar además si el ensayo fue destructivo.
- d) Informe sobre otras especificaciones y normas no especificadas aquí que concuerden con los resultados obtenidos durante los ensayos. Dichas normas deben contar con la debida aprobación por parte del interventor según se especifica en estos documentos.

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>18 de 60 |

e) Con el fin de verificar y efectuar comparaciones y análisis de los ensayos efectuados, se deben especificar en forma separada las características mecánicas requeridas para los diferentes materiales y los resultados que se obtuvieron durante las pruebas. Esta información debe acompañarse además de diagramas, esquemas o fotografías donde pueda apreciarse el comportamiento mecánico del elemento bajo prueba.

Todas las soldaduras defectuosas o imperfectas deben destruirse por medios mecánicos hasta descubrir el metal original y deben hacerse nuevamente de forma que sean aceptadas por el interventor y deben ser ejecutadas a costo del contratista.

Las uniones soldadas en obra se deben hacer según lo especificado en los planos; de requerirse soldaduras no especificadas en los planos, se debe contar con la aprobación del interventor la ubicación y los lugares y posiciones donde haya la necesidad de ejecutarse tales trabajos.

### 5.9. ENTREGABLES

El Contratista deberá emitir para aprobación la siguiente información:


- Certificados de calidad de los materiales.
- Resultados de pruebas de laboratorio, de campo o taller.

### 5.10. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS

- Plan de calidad
- Plan de inspección y ensayos
- La mano de obra necesaria para ejecutar las actividades correspondientes.
- Materiales de aporte, consumibles, herramientas.
- Elaboración y calificación de procedimientos de soldadura.
- Calificación de soldadores y operarios de soldadura.
- Consumos de energía.
- Todos los equipos que intervienen en esta actividad.
- Las erogaciones necesarias para llevar a cabo la inspección visual y los ensayos no destructivos.
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal.
- El costo de los materiales y mano de obra necesaria para el acceso a los puntos de trabajo, según sean necesarias.
- Depreciación de equipos
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Pulido y Limpiezas.

### 5.11. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación del costo de la soldadura y su inspección, para fines de pago, estará incluida en el (kg) de estructura fabricado y/o montado, e incluye todas las labores aplicables en el alcance específico del proceso de soldadura.

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>19 de 60 |

## 6. ESTRUCTURA METÁLICA –TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS

### 6.1.DEFINICIÓN

Los tornillos estructurales son elementos metálicos con una cabeza hexagonal y un cuerpo cónico con dos partes, una roscada y otra sin roscar; se emplea para el montaje de dos componentes que no poseen rosca, con la ayuda de una tuerca o tuerca y arandela.

Los tornillos se utilizan para hacer una unión atornillada en combinación de la tuerca, la aplicación de una fuerza de sujeción axial y también el vástago del tornillo que actúa como un pasador, que fija la unión para atender las fuerzas de corte. Por esta razón, los tornillos tienen un vástago sin roscar que le da mayor resistencia que la parte roscada.

### 6.2.GENERALIDADES

Comprende el conjunto de actividades asociadas con la ejecución de uniones atornilladas en los componentes de estructuras de acero.

La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 6.3.LIMITACIONES Y ALCANCE

Todas las uniones atornilladas deben cumplir con los detalles que aparecen en los planos o, si se demuestra que no hay detalles, como lo indique el Ingeniero estructural.

### 6.4.NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

#### General:

NSR-10 (Título F)  
AISC 360  
AISC 341  
AISC 358

#### Tornillos:

ASTM A307  
ASTM A325  
ASTM A325M  
ASTM A354  
ASTM A449  
ASTM A490  
ASTM A490M

#### Tuercas:

ASTM A194/A194M

|   |                              |   |                                  |
|---|------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>  | REV.<br><b>0</b>                 |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                              |   | PÁGINA:<br>20 de 60              |

ASTM A563  
ASTM A563M

**Arandelas:**

ASTM F436  
ASTM F436M  
ASTM F844

**Indicadores Directos de Tensión tipo Arandela Compresible:**

ASTM F959  
ASTM F959M

**Galvanizado:**

ASTM A123  
ASTM A153  
ASTM A384  
ASTM A653/A653M  
ASTM A780

**6.5. UNIONES ATORNILLADAS**

**6.5.1. Equipos**

El contratista suministra, a consideración del interventor, los equipos y las herramientas para las actividades a ejecutar y de modo que sean consecuentes con la seguridad del personal y la obra, el avance requerido, según el programa de trabajo y, que a su vez, sea posible el desarrollo normal de las etapas constructivas siguientes.

**6.5.2. Ejecución de los trabajos para uniones con tornillos de alta resistencia**

Las uniones atornilladas de alta resistencia deben ser fabricadas conforme a los requisitos de la especificación AISC Specification for Structural Joints Using ASTM A 325 or A 490 Bolts. Los tornillos pueden ser apretados por el método del giro de la tuerca (turn-of-nut tightening) o por el método de llave calibrada (calibrated wrench tightening), tal como se indica en la Sección 8(d) de la especificación AISC referida.

Todos los tornillos se deben instalar con una arandela galvanizada debajo del elemento (tuerca o cabeza de tornillo) que se gire durante el apriete.

Cuando los tornillos, instalados por el método del giro de la tuerca hayan logrado un ajuste sin holgura, se deberá apretar adicionalmente aplicando una cantidad adicional de torque a la tuerca tal como se indica en la Tabla 5 de la Sección 8 (d) de la especificación AISC referida. La utilización del multiplicador de torque está prohibida; cuando se necesita torquiar las uniones en estructuras se debe utilizar TORCOMETROS O TORQUIMETROS, hasta 1000lb-pie, para los cuales no hay restricciones.

Las tuercas deben marcarse en un punto sobresaliente del tornillo antes del apriete final para poder

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |                                  |                     |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |                                  |                     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |                                  |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>21 de 60 |

verificar visualmente la rotación real de tuerca. Si se utilizan llaves de impacto, los cubos de éstas deben marcarse cada 90 grados sobre la periferia exterior con el objeto de que la rotación de la tuerca pueda ser verificada.

Caso especial para partes unidas con tornillos de alta resistencia deben ajustarse entre sí sólidamente cuando se ensamblan y no deben estar separadas por guasas o cualquier otro material compresible interpuesto. Cuando se proceda al ensamble, todas las superficies de unión, incluyendo aquellas adyacentes a las cabezas de los tornillos, tuercas o arandelas, deben estar libres de escamas, rebabas, mugre u otro material extraño que pudiera impedir un asentamiento sólido de las partes.


En las juntas diseñadas para trabajar por fricción, las superficies a unir deben estar libres de aceite, pintura, laca y otros recubrimientos.

Las operaciones de instalación y apriete de los tornillos debenn ser supervisadas para verificar que el trabajo está siendo ejecutado adecuadamente y todas las superficies de las tuercas de todas las uniones deben inspeccionarse para notar indicios de impactos de llave.

**Tabla 2. Rotación de la tuerca para una condición de apriete aceptable. Tornillos ASTM a325 a a490 - AISC**

| Longitud del tornillo (medida desde la parte inferior de la cabeza hasta el final del tornillo) | Disposición de la cara externa de las partes pernadas |   |  |
|---|---|---|--|
|   | Ambas caras paralelas                                 | Una cara normal y la otra inclinada no más de 1:20 (sin arandela) | Ambas caras inclinadas no más de 1:20 (sin arandela) |
| Hasta cuatro diámetros (incluido)   | 1/3 vuelta  | 1/2 Vuelta  | 2/3 Vuelta   |
| Más de cuatro diámetros, pero sin exceder 8 diámetros   | 1/2 Vuelta  | 2/3 vuelta  | 5/6 Vuelta   |
| Más de 8 diámetros, pero sin exceder 12 diámetros   | 2/3 vuelta  | 5/6 Vuelta  | 1 Vuelta   |

La tensión de los tornillos se verificará con una llave de torque de acuerdo a las indicaciones aplicables de la Sección 9 (b) de la especificación AISC referida, y no será menor a la indicada en la Tabla 4 de la Sección 8 (d) de dicha especificación.

|   |                              |   |                               |
|---|------------------------------|---|-------------------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>  | REV.<br><b>0</b>              |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                              |   | PÁGINA:<br>22 de 60           |

**Tabla 3. Mínima tensión requerida para conexiones slip-critical y sujetas a tensión directa. NSR 10**

**Tabla F.2.10.3-1  
Mínima Tensión de Instalación de los Pernos, kilonewtons\*  
Pernos con diámetro en pulgadas**

| Tamaño del perno<br>mm (pulgadas) | Grupo A<br>Pernos ASTM A325,<br>ASTM F1852 | Grupo B<br>Pernos ASTM A490,<br>ASTM F2280 |
|-----------------------------------|--|--|
| 12.7 (1/2")                       | 53   | 67   |
| 15.9 (5/8")                       | 84   | 107  |
| 19.1 (3/4")                       | 125  | 156  |
| 22.2 (7/8")                       | 173  | 218  |
| 25.4 (1")                         | 227  | 285  |
| 28.6 (1 1/8")                     | 249  | 356  |
| 31.8 (1 1/4")                     | 316  | 454  |
| 34.9 (1 3/8")                     | 378  | 538  |
| 38.1 (1 1/2")                     | 458  | 658  |

\* Igual a 0.70 veces la resistencia mínima a tensión de los pernos, redondeada al kN más cercano, como se establece en las especificaciones ASTM para pernos A325 y A490 con roscas UNC.

## 6.6.CONTROL DE CALIDAD

- El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.
- Marcar las tuercas y los pernos instalados para establecer la posición relativa del perno y la tuerca y para controlar la rotación final de la tuerca.
- Completar el apriete de los tornillos instalados girando cada tuerca de acuerdo con la Tabla 8.2 de la especificación RCSC (Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts). Se procede con el apriete sistemáticamente desde la parte más rígida de la articulación de sus bordes libres. Cualquier componente se puede fijar y girar (tornillo o tuerca), hasta que el componente que no se ha fijado no gire. La cabeza del perno o la tuerca se sostendrán por medio de una llave para evitar que gire, si es necesario
- Marcar la unión para indicar que el procedimiento de apriete ha sido completado.
- Se debe evitar el retensionado de tornillos.
- No se permite retensionado de tornillos galvanizados.
- De llegarse a presentar el caso del empleo de materiales disímiles que pudiesen generar par galvánico, se deberán proveer todas las protecciones necesarias para evitar corrosión de los elementos.
- El Contratista deberá asegurarse de que los procedimientos de montaje y de ajuste se han llevado a cabo de acuerdo con ésta especificación. Los tornillos y tuercas que sean sujetos a inspección visual y muestran alguna evidencia de defectos físicos deberán ser retirados y reemplazados a juicio del Interventor.
- En general los certificados del productor de los tornillos, tuercas y arandelas constituirán suficiente evidencia de conformidad con los estándares.

## 6.7.ENTREGABLES

El Contratista debe emitir para aprobación la siguiente información:

- Plan de calidad

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>23 de 60 |

- Plan de inspección y ensayos
- Certificados de calidad de los materiales
- Resultados de pruebas de laboratorio

## 6.8. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS

- La mano de obra necesaria para ejecutar las actividades correspondientes.
- Materiales de aporte, consumibles, herramientas y todos los equipos que intervienen en esta actividad.
- Las erogaciones necesarias para llevar a cabo la inspección visual y los ensayos no destructivos.
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal.
- El costo de los materiales y mano de obra necesaria para el acceso a los puntos de trabajo, según sean necesarias.
- Depreciación de equipos
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Pulido y Limpiezas.

## 6.9. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación del costo de la ejecución de uniones pernadas y su inspección, para fines de pago, estará inmersa en el (kg) de estructura fabricado y montado, e incluye todas las labores aplicables en el alcance específico del proceso.

## 7. ESTRUCTURA METÁLICA – TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

### 7.1. DEFINICIÓN

El tratamiento de superficies es el procedimiento mediante el cual productos o elementos de acero son liberados de impurezas o materiales perjudiciales que puedan afectar la aplicación y durabilidad de los recubrimientos de protección que se vayan a aplicar.

Una correcta preparación de superficie previa a la aplicación de cualquier tipo de revestimiento o pintura es un factor de suma importancia a considerar que repercute directamente sobre el resultado final del mismo.

El rendimiento de un revestimiento protector está influenciado significativamente por su capacidad de adherirse adecuadamente al sustrato, siendo de suma importancia la eliminación de aceites, grasas, pinturas viejas y contaminantes de la superficie como la cascarilla de laminación y herrumbre.

Los trabajos de preparación de superficies están normalizados por varias asociaciones internacionales siendo una de la más difundidas la norma Americana SSPC (Steel Structures Painting Council, Pittsburgh USA) definiendo en cada categoría los distintos procedimientos requeridos para realizar una correcta limpieza de superficie de superficie previo a la aplicación de un revestimiento o pintura.

### 7.2. GENERALIDADES

Se indican los requisitos generales aplicables a materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la ejecución de los esquemas de

|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0           |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>24 de 60 |



pintura especificados.

Las pinturas se deben preparar y aplicar de acuerdo a las especificaciones y las instrucciones impresas dadas por el fabricante. En los lugares donde se vayan a preparar las pinturas se debe tener copias disponibles de las instrucciones dadas por el fabricante, expuestas convenientemente para las consultas a que haya lugar.

Las omisiones o ambigüedades que se puedan presentar en los planos o especificaciones del contratante no exoneran al contratista de la responsabilidad de efectuar un suministro de estructuras con materiales de primera calidad. Si el contratista encuentra inexactitudes o incorrecciones en los planos o en las especificaciones, debe hacerse corregir o aclarar del contratante estas discrepancias antes de iniciar cualquier etapa de sus trabajos.

La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 7.3.ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta norma debe ser acompañada de los planos estructurales, especificaciones y los criterios de diseño.

### 7.4.NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

|                        |  |           |
|------------------------|--|-----------|
| NSR-10                 |  |           |
| SSPC-SP COM            | Comentarios sobre Preparación de superficie para acero y sustratos de hormigón                                       | Mar 2015  |
| SSPC-SP 1              | Limpieza con Solventes   | Abr. 2015 |
| SSPC-SP 2              | Limpieza con herramientas manuales Cepillos, lijas, etc  | Nov. 2014 |
| SSPC-SP 3              | Limpieza con herramientas manuales mecánicas Herramientas eléctricas o neumáticas                                    | Nov. 2014 |
| SSPC-SP 5 / NACE Nº 1  | Limpieza con Chorro de abrasivo Granallado Metal Blanco  | Ene. 2007 |
| SSPC-SP 6 / NACE Nº 3  | Limpieza con Chorro de abrasivo Granallado Comercial   | Ene. 2007 |
| SSPC-SP 7 / NACE Nº 4  | Limpieza con Chorro de abrasivo Granallado Ligero  | Ene. 2007 |
| SSPC-SP 8              | Decapado químico   | Nov. 2014 |
| SSPC-SP 10 / NACE Nº 2 | Limpieza con Chorro de abrasivo Granallado Semi-Blanco   | Ene. 2007 |
| SSPC-SP 11             | Limpieza Manual con herramientas mecánicas Limpieza metal limpio o desnudo c/ rugosidad mínima de 25 micrones        | Jul. 2012 |
| SSPC-SP 12 / NACE Nº 5 | Limpieza con Agua presión – Waterjetting Reescrita en Julio 2012 y reemplazadas por las normas SSPC-SP WJ-1,2,3, y 4 | Jul. 2002 |
| SSPC-SP 13 / NACE Nº 6 | Limpieza de concreto   | Mar. 2003 |
| SSPC-SP 14 / NACE Nº 8 | Granallado industrial  | Ene 2007  |
| SSPC-SP 15             | Limpieza Manual con herramientas mecánicas Limpieza comercial con rugosidad mínima de 25 micrones                    | Jul. 2012 |
| SSPC-SP 16             | Limpieza metales no ferrosos Galvanizado, Acero Inoxidable, cobre aluminio, latón, etc.                              | Abr. 2010 |
| SSPC-PA 2              | Procedure for determining conformance to dry coating thickness requirements  |           |
| SSPC-VIS 1             | Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry   |           |

|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>25 de 60 |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| SSPC-VIS 2            | Abrasive Blast Cleaning, 2002 Revision<br>Standard Method of Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces   |
| SSPC-VIS 3            | Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Hand and Power Tool Cleaning, 2004 Revision  |
| SSPC-VIS 4/NACE VIS 7 | Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Waterjetting   |
| SSPC-VIS 5/NACE VIS 9 | Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Wet Abrasive Blast Cleaning  |
| ISO 8501-1            | Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings<br>Part 2: Preparation grades of previously coated steel substrates after localized removal of previous coatings<br>Part 3: Preparation grades of welds, edges and other areas with surface imperfections<br>Part 4: Initial surface conditions, preparation grades and flash rust grades in connection with high-pressure water jetting  |
| ISO 8503-1            | Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates<br>Part 1: Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast-cleaned surfaces<br>Part 2: Method for the grading of surface profile of abrasive blast-cleaned steel — Comparator procedure<br>Part 3: Method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface profile — Focusing microscope procedure<br>Part 4: Method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface profile — Stylus instrument procedure<br>Part 5: Replica tape method for the determination of the surface profile |
| ASTM D4417 - 14       | Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel   |

## 7.5. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES PARA EJECUCIÓN DE PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS

### 7.5.1. Preparación de superficies

Los siguientes procedimientos no reemplazan los procedimientos del fabricante de la pintura o recubrimiento, por lo que aquellos primarán sobre lo indicado en los siguientes numerales, cuando existan contradicciones o discrepancias.

Para que la pintura o recubrimiento cumpla sus objetivos, es absolutamente indispensable que se adhiera completamente al sustrato y esto solo se consigue mediante una preparación adecuada de la superficie. En general el acondicionamiento de la superficie es más largo y costoso que la misma aplicación de la pintura o recubrimiento; cualquiera que sea el costo, una buena preparación de la superficie es garantía de éxito en la protección y seguridad de que la inversión que en ella se realice reportará ganancia en tiempo y dinero.

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>26 de 60 |

La principal función de una preparación de la superficie es limpiar el material de toda impureza que pueda ocasionar fallas prematuras en el sistema de protección.

### 7.5.2. Procedimiento mínimo – preparación de superficies metálicas

La preparación de las superficies metálicas o de concreto a recubrir se hará de acuerdo con las instrucciones impresas del fabricante de la pintura o recubrimiento a utilizar. El procedimiento mínimo de preparación aceptable es como sigue:

- a) Remover la humedad, aceites, grasas, sales, óxidos, productos de la corrosión, polvo, toda clase de mugre y suciedad, sustancias químicas, cascarilla de soldadura, salpicadura y fundente.
- b) Remover el hollín y la costra de laminado (calamina).
- c) El Contratista debe utilizar un solvente totalmente volátil, no inflamable y no perjudicial al medio ambiente:

Se debe eliminar del metal todo el óxido de hierro que se extraiga por medios manuales o mecánicos. Esta limpieza es indispensable y no se puede omitir.

Aplicar al metal el producto con una brocha de cerda natural o sumergir en Pintóxido el objeto metálico hasta humedecerlo bien, retirándolo luego para exponerlo al aire.

Se debe procurar que el producto penetre muy bien en las zonas oxidadas para que ataque el óxido incrustado profundamente.

Dejar actuar el pintóxido durante cuatro horas para que la transformación del óxido sea completa. Esto se detecta claramente por la aparición de un polvillo blanco (sales) en las zonas que estaban oxidadas. Con cepillo fibra o de alambre, o con una estopa limpia, eliminar las sales blancas y el exceso de pintóxido. Se recomienda evitar la aplicación de pintóxido en lugares con excesiva ventilación porque pierde su efectividad.

Concluida la limpieza, aplicar de inmediato una pintura anticorrosiva apropiada al metal y al ambiente donde estará expuesto de acuerdo al espesor especificado en los planos. En los casos indicados en los planos o autorizados por el interventor, se puede utilizar pintura anticorrosiva a base de aluminio, cromato de zinc y óxido de hierro. El espesor mínimo de pintura anticorrosiva deber ser 3 mils (75 micrones).

- d) El grado de limpieza para cada tipología de estructura se debe consultar en los planos de diseño.

### 7.5.3. Sistemas de limpieza

- **SSPC-SP-1 (Limpieza con Solventes)**

Preparación de superficie o limpieza utilizando solventes, vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos que remueven del sustrato los contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador.

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>27 de 60 |

La limpieza con solventes puede utilizarse antes de la aplicación de la pintura y en conjunto con otros métodos de preparación de superficie mecánicos para la eliminación de óxido, cascarilla de laminación, o pinturas.

• **SSPC-SP-2 (Limpieza con herramientas manuales)**

Preparación de superficie o limpieza manual utilizando herramientas manuales (cepillos manuales, lijas, etc) para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes.

Este método puede no desprender completamente todas las incrustaciones que estén adheridas a la superficie.

• **SSPC-SP-3 (Limpieza con herramientas manuales mecánicas)**

Preparación de superficie o limpieza manual utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes

Este método puede no desprender completamente todas las incrustaciones que estén adheridas a la superficie.

• **SSPC-SP-5 / NACE N°1 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado metal blanco)**

Preparación de superficie o limpieza con chorro de abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Metal Blanco

Este tipo de limpieza, utiliza cualquier tipo de abrasivo proyectado a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante.

La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación restos de pintura sin excepciones. Es utilizada donde las condiciones son extremadamente severas, con contaminantes ácidos, sales en solución, etc.

• **SSPC-SP-6 / NACE N°3 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado comercial)**

Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Comercial.

Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante.

La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido y los restos de capa de laminación no deben superar al 33% de la superficie en cada pulgada cuadrada de la misma. Los restos deben verse sólo como de distinta coloración. Generalmente se lo especifica en aquellas zonas muy poco solicitadas sin ambientes corrosivos.

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>28 de 60 |

• **SSPC-SP-7 / NACE N°4 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado rápido)**

Preparación de superficie o limpieza con chorro de abrasivo conocido como granallado o arenado rápido o ráfaga.

Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina cascara de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante.

La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, capa suelta de laminación, óxido suelto y capas de pintura desprendidas. Conserva la capa de laminación donde está firmemente adherida. Estas partes no deben desprenderse mediante un objeto punzante. Es utilizado sólo en los casos de condiciones muy poco severas y presentará áreas de probables fallas.

• **SSPC-SP-8 (limpieza con decapado químico)**

Preparación de superficie o decapado, por reacción química, electrolisis o por medio de ambos para limpiar una superficie produciendo mordiente. A través de una reacción química con algún producto específico, las superficies metálicas son liberadas de laminilla, óxido, pintura y materiales extraños, posteriormente la reacción es neutralizada con alguna otra solución y secada con aire o vacío. Los resultados pueden ser considerados aceptables pero el método es de alto riesgo.

• **SSPC-SP-10 / NACE N°2 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado semi-blanco)**

Preparación de superficie o limpieza con chorro de abrasivo conocido como granallado o arenado semi blanco.

Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante.

La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación, restos de pintura y otros materiales extraños. Se admite hasta un 5% de restos de contaminantes que pueden aparecer sólo como distinta coloración en cada pulgada cuadrada de la superficie.

Es la especificación más comúnmente utilizada. Reúne las características de buena preparación y rapidez en el trabajo. Se lo utiliza para condiciones regulares a severas.

• **SSPC-SP-11 (Limpieza manual con herramientas mecánicas - metal desnudo)**

Preparación de superficie o limpieza manual utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, para producir una superficie de metal desnudo eliminando impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes produciendo una rugosidad mínima de 25 micrones (1 mil).

Este procedimiento es adecuado cuando se requiere una superficie limpia y rugosa, pero donde el proceso de granallado / arenado no es factible o permitido usar

Este procedimiento difiere de la SSPC-SP 3, que solo exige la eliminación de materiales de baja adherencia y no requiere producir o conservar un perfil de rugosidad

|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>29 de 60 |

Este procedimiento difiere de SSPC-SP 15, que permite que un porcentaje de manchas de óxido, pintura, o cascarilla de laminación permanezcan en la superficie, mientras que en la norma SSPC-SP 11 sólo se permite que estos contaminantes permanezcan en el fondo de los cráteres.

• **SSPC-SP-12 / NACE N° 5 (Limpieza con agua a presión - Waterjetting)**

Preparación de superficie o limpieza con el uso de agua a presión o waterjetting logrando un grado definido de limpieza de superficie antes de la aplicación de un recubrimiento o revestimiento protector.

El procedimiento tiene un alcance limitado al uso exclusivo de agua y es utilizada principalmente para aplicaciones en las que el sustrato es acero al carbono. Sin embargo, el proceso de waterjetting se puede utilizar para limpieza de superficies no ferrosas tales como bronce, aluminio, y otros metales como el acero inoxidable. Este procedimiento no se ocupa de la limpieza de concreto que se detalla en SSPC-SP 13.

Nota: Este procedimiento fue reescrito en Julio 2012 y reemplazada por las siguientes:

- SSPC-SP WJ-1/NACE WJ-1 (Mar/2014) Limpieza a metal desnudo por chorro de agua
- SSPC-SP WJ-2/NACE WJ-2 (Mar/2014) Limpieza muy profunda del metal por chorro de agua
- SSPC-SP WJ-3/NACE WJ-3 (Mar/2014) Limpieza profunda del metal por chorro de agua
- SSPC-SP WJ-4/NACE WJ-4 (Mar/2014) Limpieza liviana del metal por chorro de agua

• **SSPC-SP-13 / NACE N°6 (limpieza de concreto)**

Preparación de superficies o limpieza de concreto utilizando medios mecánicos, químicos o métodos térmicos previos a la aplicación de un recubrimiento o revestimiento de protección.

Los requisitos de esta norma son aplicables a todo tipo de superficies de cemento, incluyendo pisos y muros, losas prefabricadas, muros de mampostería, etc


Una superficie de concreto debe estar libre de contaminantes, lechada, hormigón débilmente adherido, y el polvo, proporcionando un sustrato uniforme adecuado para la aplicación de recubrimiento o revestimiento de protección.

• **SSPC-SP-14 / NACE N°8 (Granallado industrial)**

Este procedimiento cubre los requisitos utilizados en la limpieza con chorros de abrasivo para el tratamiento de superficies de acero pintado o sin pintar en uso industrial. Estos requisitos incluyen la condición final de la superficie y los materiales procedimientos necesarios para lograr y verificar la condición final de la superficie.

La superficie granallada, cuando se ve sin aumento, deberá estar visiblemente libre de aceite, grasa, polvo y suciedad.

Restos de cascarilla de laminación, óxido y de revestimiento fuertemente adheridas están autorizados a permanecer dentro del 10% de cada unidad de área de la superficie tratada si están distribuidas de manera uniforme. Restos cascarilla de laminación, óxido y recubrimientos se considerarán fuertemente adheridos si no se pueden quitar con espátula.

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>30 de 60 |

Sombras, rayas, y decoloraciones causadas por manchas de óxido, manchas de cascarilla de laminación, y manchas de recubrimiento aplicado anteriormente pueden estar presentes en el resto de la superficie.

• **SSPC-SP-15 (Limpieza manual con herramientas mecánicas - grado comercial)**

Preparación de superficie o limpieza manual utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, en un grado comercial eliminando impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes produciendo una rugosidad mínima de 25 micrones (1 mil).

Una grado de limpieza comercial, cuando se ve sin aumento, deberá estar libre de aceite visible, grasa, suciedad, óxido, recubrimientos viejos, cascarillas de laminación, productos de corrosión, y otras materias extrañas, excepto como se indica a continuación.

Esta norma permite manchas aleatorias limitadas a no más de un 33% de cada área de superficie a limpiar. La mancha puede consistir en sombras de luz, rayas leves o decoloraciones leves causadas por manchas de óxido, manchas de cascarilla de laminación, o manchas de revestimiento aplicado previamente.

Leves residuos de óxido y pintura también se pueden dejar en el fondo de los cráteres de la superficie.

Esta norma difiere de las normas SSPC SP 3 y SSPC SP 11

• **SSPC-SP-16 (limpieza de metales no ferrosos)**

Preparación de superficie para dar rugosidad y limpieza a sustratos metálicos no ferrosos revestidos y no revestidos, incluyendo, pero no limitado, a superficies galvanizadas, acero inoxidable, cobre, aluminio y latón.

La superficie debe quedar libre de contaminantes y recubrimientos sueltos mediante inspección visual con un perfil de rugosidad mínimo de 19 micrones (0,75 mil) en la superficie del metal.

**7.5.4. Sistema de limpieza mínimo a emplear de acuerdo con el elemento o estructura**

En caso que no se encuentre claramente el tratamiento de superficie en los planos de diseño, los tratamientos mínimos de superficie serán los siguientes:

|                   |            |
|-------------------|------------|
| ACERO ESTRUCTURAL | SSPC-SP-10 |
| PASAMANOS         | SSPC-SP-3  |
| ESCALERAS         | SSPC-SP-3  |

Cualquier otro elemento metálico no estructural debe cumplir con SSPC-SP-3

De contarse con las especificaciones de perfil de anclaje requerido por el fabricante de la pintura o recubrimiento, dichas especificaciones regirán sobre este documento y los planos de diseño.

**7.6.CONTROL DE CALIDAD**

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos

|   |  |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|--|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  |  | <b>OBRAS CIVILES</b>         |  |                    | <b>NC-MN-OC08-15</b>             | REV.<br><b>0</b>    |
|  |  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |  |                              |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>31 de 60 |

ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

De acuerdo al sistema de limpieza empleado, se debe cumplir con los grados de limpieza y rugosidad requeridos por el fabricante de la pintura o recubrimiento y en general con SSPC-VIS que apliquen de acuerdo al sistema empleado, y los registros deben ser presentados a la interventoría.

### 7.7. ENTREGABLES

El Contratista deberá emitir para aprobación la siguiente información:

- Plan de calidad.
- Plan de inspección y ensayos.
- Certificados de calidad de los materiales.
- Resultados de pruebas de laboratorio.
- Registros fotográficos del acabado logrado con el tratamiento de limpieza.

### 7.8. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS

- Las erogaciones para llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias de acuerdo a las especificaciones de diseño.
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal.
- Depreciación de equipos.
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Limpiezas.

### 7.9. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación del costo de la ejecución del tratamiento de superficies, para fines de pago, estará incluido en el (kg) de estructura fabricado y/o montado, e incluye todas las labores aplicables en el alcance específico del proceso.

## 8. ESTRUCTURA METÁLICA – PASAMANOS

### 8.1. DEFINICIÓN

Los pasamanos o barandales son elementos metálicos de protección ante caídas que se instalan en los bordes de losa, balcones, plataformas y a ambos lados de escaleras.

Están conformados por parales verticales, horizontales en perfil tubular y láminas que proporcionan la unión al miembro estructural resistente (vigas de losa o vigas gualdera) por medio de soldadura o pernos y dos elementos horizontales en perfil tubular circular, el superior denominado pasamanos y el intermedio protector de rodilla o quitamiado.

Los barandales en superficies planas deberán llevar rodapiés; las escaleras no deben llevar éste elemento.

|   |                       |   |                                  |
|---|-----------------------|---|----------------------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15   | REV.<br>0                        |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                       |   | PÁGINA:<br>32 de 60              |



## 8.2.GENERALIDADES

Se indican los requisitos generales aplicables a materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la construcción de los pasamanos, tales como elementos componentes, tornillos, pernos de anclaje, tuercas, arandelas, pintura en taller, pintura en obra y todos los materiales y actividades necesarias para una correcta y completa instalación, así como su operación satisfactoria.

Las omisiones o ambigüedades que se puedan presentar en los planos o especificaciones del contratante no exoneran al contratista de la responsabilidad de efectuar un suministro de estructuras con materiales de primera calidad. Si el contratista encuentra inexactitudes o incorrecciones en los planos o en las especificaciones, se debe hacer corregir o aclarar del contratante estas discrepancias antes de iniciar cualquier etapa de sus trabajos.

La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

## 8.3.ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta norma se debe acompañar de los planos estructurales, las especificaciones y los criterios de diseño.

## 8.4.NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes títulos B, F y K  
OSHA Occupational Safety and Health Standards – Handrails and railings

### Perfiles estructurales laminados en caliente:

ASTM A36/A36M  
ASTM A529/A529M  
ASTM A572/A572M  
ASTM A588/A588M  
ASTM A709/A709M  
ASTM A913/A913M  
ASTM A992/A992M  
ASTM A1043/1043M

### Tubería circular:

ASTM A53/A53M, Gr. B  
ASTM A500 Gr. B  
SCH 40

### Platinas:

ASTM A36/A36M  
ASTM A529/A529M

|   |                              |   |                                  |
|---|------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>  | REV.<br><b>0</b>                 |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                              |   | PÁGINA:<br>33 de 60              |

ASTM A572/A572M  
 ASTM A709/A709M  
 ASTM A992/A992M

**Tornillos, tuercas, arandelas y soldaduras:**

RCSC Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts.  
 ASTM A123 Standard Specification for Zinc (Hot dip galvanized) coatings on iron and steel products.  
 ASTM A307 Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs and Treaded Rod 60000 psi Tensile Strength.  
 ASTM A325 High-Strength Bolts for Structural Steel Joints.  
 ASTM A563 Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.  
 ASTM F436 Standard Specification for Hardened Steel Washers.  
 AWS A2.1 Welding symbol chart.  
 AWS A2.4 Standard Symbols for Welding, Brazing and Non-destructive examination.  
 AWS A5.1 Specification for carbon steel electrodes for shielded metal arc welding.  
 AWS D1.1 Structural Welding Code – Steel.  
 AWS QC7 Standard for AWS Certified Welders.  
 AWS QC13 Specification for the Certification of Welding Supervisors.

**Acero inoxidable:**

AISI 304 Aceros inoxidables austeníticos

Soldadura:

Carbón E70XX o E60XX  
 Inoxidables y carbón AWS E-309 o AWS E-312  
 Inoxidables AWS E-308

**8.5.CONTROL DE CALIDAD**

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

Los informes certificados expedidos por la acería, o los reportes de ensayos realizados por el fabricante o por un laboratorio reconocido, constituirán evidencia suficiente de conformidad del material con una de las especificaciones anteriormente listadas.

**8.6.ENTREGABLES**

El Contratista deberá emitir para aprobación la siguiente información:

- Plan de calidad
- Plan de inspección y ensayos
- Certificados de calidad de los materiales
- Resultados de pruebas de laboratorio
- Planos de taller y montaje: Planos con detalles completos de fabricación de piezas, espesores, soldaduras, ensayos no destructivos y montaje. Codificación de las láminas, elementos

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         |  |                    | <b>NC-MN-OC08-15</b>             | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>34 de 60 |

componentes y similares (todos los elementos deberán estar debidamente numerados), planos con detalles completos para la fijación de pernos de anclaje, placas de base y similares.

- Programación: Programas de fabricación y montaje.
- Codificación:
- Listados de ubicación: Listas completas de ubicación de tornillos y longitudes de los mismos.
- Reportes de fabricación: Certificados de calidad de toda clase de aceros utilizados en las fabricaciones.
- Soldaduras: Certificación vigente de soldadores para la ejecución de soldadura de filete en las posiciones específicas y procedimientos de soldadura. La certificación lo deberá emitir un laboratorio nacionalmente avalado en la materia.
- Inspección de soldaduras: Procedimientos propuestos de soldadura de los elementos estructurales, además de reporte de las soldaduras aplicadas a la estructura. Reportes de inspección visual de todas las soldaduras.
- Limpieza y pintura: Información del procedimiento de limpieza y sandblasting de los componentes estructurales y del esquema de pintura detallado, indicando tipos de pintura y espesores a aplicar y protocolo de verificación de espesores y de adherencia de la pintura.

### 8.7. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS

- Perfiles y láminas de acero estructural incluido el porcentaje promedio de desperdicio originado en la fabricación.
- Las erogaciones necesarias para llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias de acuerdo a las especificaciones de diseño.
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal.
- Depreciación de equipos.
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Limpiezas.

### 8.8. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación para fines de pago será por (m) de pasamanos instalado.

## 9. OBRAS CIVILES – ANCLAJES EMBEBIDOS

### 9.1. DEFINICIÓN

Los pernos de anclaje preinstalados (embebidos en concreto) son dispositivos de acero instalados antes de colocar el concreto, el cual es usado para transmitir fuerzas aplicadas de las estructuras prefabricadas (acero, concreto prefabricado, madera, plásticos reforzados con fibra de vidrio, aluminio, entre otros) o equipo a una cimentación o estructura de concreto, de modo que el extremo superior del perno sobresale para recibir el elemento metálico a fijar por medio de tuercas y arandelas.

### 9.2. GENERALIDADES

Se indican los requisitos generales aplicables a materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la construcción de las estructuras y todos los materiales y actividades necesarias para una correcta y completa instalación, así como la operación satisfactoria de los sistemas estructurales.

|   |                       |  |                    |   |
|---|-----------------------|--|--------------------|---|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  | NC-MN-OC08-15      | REV.<br><b>0</b>  |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV  |
|   |                       |  | APROBÓ:<br>LFAG    | FECHA:  |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada<br><br>PÁGINA:<br>35 de 60 |

Las omisiones o ambigüedades que se puedan presentar en los planos o especificaciones del contratante no exoneran al contratista de la responsabilidad de efectuar un suministro de estructuras con materiales de primera calidad. Si el contratista encuentra inexactitudes o incorrecciones en los planos o en las especificaciones, deberá hacerse corregir o aclarar del contratante estas discrepancias antes de iniciar cualquier etapa de sus trabajos.

La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 9.3.ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta norma debe ser acompañada de los planos estructurales, especificaciones y los criterios de diseño.

### 9.4.NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

Los ensayos de materiales y del concreto deben hacerse de acuerdo con las normas técnicas colombianas, NTC, promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. A falta de ellas deben seguirse las normas de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM), de la Asociación Americana de Soldadura (AWS), de la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO), del Instituto del Postensado (PTI), del Instituto Americano del Concreto (ACI).

|                 |  |
|-----------------|--|
| Diseño:         |  |
| NSR-10          | Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes. APÉNDICE C-D — ANCLAJE AL CONCRETO  |
| ACI318-14       | Requisitos del Código de Construcción para Concreto Estructural.   |
| Materiales:     |  |
| NTC 1           | Ensayo de doblamiento para productos metálicos. (ASTM A370)  |
| NTC 2           | Ensayo de tracción para productos de acero. (ASTM A370)  |
| NTC 159         | Alambres de acero, sin recubrimiento, liberados de esfuerzos, para concreto preesforzado. (ASTM A421)  |
| ASTM-F1554      | Especificación estándar para pernos de anclaje de acero con resistencia a la fluencia de 36, 55 y 105 ksi. La especificación ASTM F1554 es la más comúnmente referenciada para pernos de anclaje. Se deben especificar el grado y la soldabilidad. |
| ASTM A 307      | Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60.000 psi Tensile Strength.  |
| ASTM A36/A36M   | Standard Specification for Carbon Structural Steel   |
| ASTM A193/A193M | Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications  |
| ASTM A354       | Standard Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts, Studs, and Other Externally Threaded Fasteners. La resistencia del Grado BD equivale a la del ASTM A 490.  |
| ASTM A449.      | Standard Specification for Quenched and Tempered Steel Bolts and Studs.  |
| ASTM A572/A572M | Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel   |

|   |  |                              |           |  |                    |                                  |
|---|--|------------------------------|-----------|--|--------------------|----------------------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  |  | <b>OBRAS CIVILES</b>         |           | <b>NC-MN-OC08-15</b>   |                    | REV.<br><b>0</b>                 |
|  |  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |           | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |                                  |
|   |  |                              |           | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |                                  |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  |                              | ANSI<br>A |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |  |                              |           |  |                    | PÁGINA:<br>36 de 60              |

|                 |  |
|-----------------|--|
| ASTM A588/A588M | Especificación Normalizada para Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación, con Punto Mínimo de Fluencia de hasta 50 ksi [345 MPa], con Resistencia a la Corrosión Atmosférica                          |
| ASTM A687-93    | Standard Specification for High-Strength Nonheaded Steel Bolts and Studs (Withdrawn 1999)  |
| AWS D1.1-00     | Structural Welding Code - Steel. Esta especificación abarca los pernos con cabeza soldados o los pernos con gancho soldados (sin rosca). Ninguna de las otras especificaciones listadas abarca los pernos soldados |

Las roscas de los pernos de anclaje y las barras roscadas deben cumplir con las especificaciones ASME B.18.2.6 "Series Estándar Unificadas" y tendrán tolerancias Clase 2A.

Todos los pernos de anclaje (incluyendo tuercas y arandelas) deben ser galvanizados por inmersión en caliente con la norma ASTM F2329.

### 9.5.PLACAS BASE

- El diámetro del orificio para los pernos debe cumplir con la tabla C-J9.1 de la AISC.
- Para placas base de dimensiones mayores a 900 mm de lado, se debe dejar un orificio cercano al centro de la placa, este debe ser de 75 mm de diámetro y se emplea para inyectar el "grout", se debe tener cuidado en evitar atrapar aire. Dicho orificio se debe implementar en placas base de menores dimensiones cuando por cuestiones constructivas se dificulte la inyección del "grout".
- Los pernos de anclaje en toda su extensión deben estar secos y libres de contaminantes tales como óxido, suciedad, aceite, grasa o recubrimientos protectores. El óxido debe removerse por medio de limpieza adecuado. Los recubrimientos protectores del óxido deben ser removidos con disolventes desengrasantes tal como el S-111, tricloroetano o tolueno.

### 9.6.CONTROL DE CALIDAD

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

Los certificados del fabricante constituirán suficiente evidencia de conformidad con los estándares.

### 9.7.ENTREGABLES

El Contratista debe emitir para aprobación la siguiente información:

- Plan de calidad
- Plan de inspección y ensayos
- Certificados de calidad de los materiales
- Resultados de pruebas de laboratorio

### 9.8.INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS:

- El costo de los materiales: acero de refuerzo, alambre de amarrar.
- Las erogaciones necesarias para llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal
- El costo de los materiales y mano de obra necesaria para dotar las zonas como andamios,

|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>37 de 60 |

pasarelas y las obras de protección según sean necesarias.

- Depreciación de equipos
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Limpiezas.

### 9.9. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación para fines de pago será por (kg) del dispositivo de acero instalado incluidas tuercas y arandelas.

## 10. OBRAS CIVILES – ANCLAJES POST-INSTALADOS

### 10.1. DEFINICIÓN

Son dispositivos de acero que se instalan por medio de adhesivos epóxicos en un elemento de concreto endurecido y que es usado para transmitir fuerzas aplicadas.

### 10.2. GENERALIDADES

Se indican los requisitos generales aplicables a materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la construcción de las estructuras y todos los materiales y actividades necesarias para una correcta y completa instalación, así como la operación satisfactoria de los sistemas estructurales.

Las omisiones o ambigüedades que se puedan presentar en los planos o especificaciones del contratante no exoneran al contratista de la responsabilidad de efectuar un suministro de estructuras con materiales de primera calidad. Si el contratista encuentra inexactitudes o incorrecciones en los planos o en las especificaciones, deberá hacerse corregir o aclarar del contratante estas discrepancias antes de iniciar cualquier etapa de sus trabajos.

La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 10.3. ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta norma debe ser acompañada de los planos estructurales, las especificaciones y los criterios de diseño.

### 10.4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

Los ensayos de materiales y del concreto deben hacerse de acuerdo con las normas técnicas colombianas, NTC, promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. A falta de ellas deben seguirse las normas de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM), de la Asociación Americana de Soldadura (AWS), de la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO), del Instituto del Postensado (PTI), del Instituto Americano del Concreto (ACI).

#### Diseño:

NSR-10

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes. APÉNDICE C-D  
— ANCLAJE AL CONCRETO

ACI318-14

Requisitos del Código de Construcción para Concreto Estructural.

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |                                  |                     |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |                                  |                     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |                                  |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>38 de 60 |

**Materiales:**

|                 |  |
|-----------------|--|
| ASTM-F1554      | Especificación estándar para pernos de anclaje de acero con resistencia a la fluencia de 36, 55 y 105 ksi. La especificación ASTM F1554 es la más comúnmente referenciada para pernos de anclaje. Se deben especificar el grado y la soldabilidad. |
| ASTM A 307      | Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60.000 psi Tensile Strength.  |
| ASTM A36/A36M   | Standard Specification for Carbon Structural Steel   |
| ASTM A193/A193M | Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications  |
| ASTM A354       | Standard Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts, Studs, and Other Externally Threaded Fasteners. La resistencia del Grado BD equivale a la del ASTM A 490.  |
| ASTM A449.      | Standard Specification for Quenched and Tempered Steel Bolts and Studs.  |
| ASTM A572/A572M | Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel   |
| ASTM A588/A588M | Especificación Normalizada para Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación, con Punto Mínimo de Fluencia de hasta 50 ksi [345 MPa], con Resistencia a la Corrosión Atmosférica  |
| ASTM A687-93    | Standard Specification for High-Strength Nonheaded Steel Bolts and Studs (Withdrawn 1999)  |
| AWS D1.1-00     | Structural Welding Code - Steel. Esta especificación abarca los pernos con cabeza soldados o los pernos con gancho soldados (sin rosca). Ninguna de las otras especificaciones listadas abarca los pernos soldados                                 |

Las roscas de los pernos de anclaje y las barras roscadas deben cumplir con las especificaciones ASME B.18.2.6 "Series Estándar Unificadas" y tendrán tolerancias Clase 2A.

**10.5. PLACAS BASE**

- El diámetro del orificio para los pernos debe cumplir con la tabla C-J9.1 de la AISC.
- Para placas base de dimensiones mayores a 900 mm de lado, se deberá dejar un orificio cercano al centro de la placa, este será de 75 mm de diámetro y se empleará para inyectar el "grout", se debe de tener cuidado en evitar atrapar aire. Dicho orificio se deberá implementar en placas base de menores dimensiones cuando por cuestiones constructivas se dificulte la inyección del "grout".
- Los pernos de anclaje en toda su extensión deben estar secos y libres de contaminantes tales como óxido, suciedad, aceite, grasa o recubrimientos protectores. El óxido debe removerse por medio de limpieza adecuado. Los recubrimientos protectores del óxido deben ser removidos con disolventes desengrasantes tal como el S-111, tricloroetano o tolueno.

**10.6. INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE POST-INSTALADOS**

Aun el sistema de anclaje mejor fabricado, técnicamente evaluado y probado, puede fallar si no se lo instala apropiadamente. A continuación, se disponen algunas pautas importantes para seguir en la instalación de anclajes:

- Taladrar el agujero del anclaje perpendicular a la fuerza del torque en el anclaje, de modo que el

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |                                  |                     |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |                                  |                     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |                                  |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>39 de 60 |

anclaje no se doble cuando esté en tensión.

- Limpiar todo el polvo y los residuos de los agujeros taladrados antes de insertar los anclajes. Para los anclajes adhesivos, siga con precisión las instrucciones del fabricante.
- Seguir las recomendaciones del fabricante para los diámetros de los agujeros. Los agujeros que son demasiado grandes para el dispositivo de anclaje darán como resultado una falla en el anclaje. El diámetro de la broca y la manera en que se taladra el agujero controlan el tamaño de éste. Si no se sujeta firmemente el taladro, el diámetro del agujero puede llegar a ser demasiado grande.
- Al instalar sistemas adheridos, coloque el material de adherencia en el agujero y luego instale el anclaje. Si se hace en sentido inverso, se pueden crear huecos de aire entre el material adherente y el anclaje, dando como resultado una capacidad de carga significativamente reducida.

En todo caso, todo sistema de anclaje post-instalado debe estar respaldado por el respectivo reporte de evaluación (Evaluation Service Report) actualizado y certificado por el International Code Council (ICC).

### 10.7. CONTROL DE CALIDAD

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

Los certificados del fabricante constituirán suficiente evidencia de conformidad con los estándares

### 10.8. ENTREGABLES

El Contratista debe emitir para aprobación la siguiente información:

- Plan de calidad
- Plan de inspección y ensayos
- Certificados de calidad de los materiales
- Resultados de pruebas de laboratorio

### 10.9. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS:

- El costo de los materiales que intervienen en la instalación de los pernos de anclaje tales como los pernos, las tuercas, las arandelas y los productos químicos de anclaje en el caso que sean post-instalados. Igualmente, el costo de uso de los equipos de perforación y anclaje y la mano de obra necesaria para perforar, colocar y aplicar los diversos productos químicos requeridos.
- La mano de obra necesaria para elaborar y colocar el material.
- Las erogaciones necesarias para llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal
- El costo de los materiales y mano de obra necesaria para dotar las zonas como andamios, pasarelas y las obras de protección según sean necesarias.
- Depreciación de equipos
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Limpiezas.

### 10.10. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación para fines de pago será por (kg) del dispositivo de acero instalado incluidas tuercas, arandelas y los adhesivos epóxicos o sistemas mecánicos de fijación.

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         |  |                    | <b>NC-MN-OC08-15</b>             | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>40 de 60 |



## 11. ESTRUCTURA METÁLICA – PISO EN LÁMINA COLABORANTE

### 11.1. DEFINICIÓN

Se denomina sistema de piso en lámina colaborante al conformado por una sección estructural compuesta, la cual está conformada por un perfil estructural, una lámina de acero preformada también llamada lámina colaborante, “metaldeck” o “steel deck” (sobre la cual se hace un vaciado de concreto), elementos conectores y la capa de compresión en concreto.

### 11.2. GENERALIDADES

Se indican los requisitos generales aplicables a materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la construcción de las estructuras y elementos cubiertos por estos documentos, tales como concreto, láminas y cualquier tipo de perfil metálico y pernos de cortante, pintura en taller, pintura en obra y todos los materiales y actividades necesarias para una correcta y completa instalación, así como la operación satisfactoria de los sistemas estructurales.

El piso en lámina colaborante es un sistema de placas de entrepiso compuesto por una lámina metálica y una losa de concreto que actúan en forma monolítica logrando una construcción ágil, limpia y versátil. El sistema permite aumentar los rendimientos de obra, genera una reducción importante en los tiempos de construcción y reduce sustancialmente los desperdicios de concreto y materiales adicionales como madera, formaletas y puntillas entre otros.

El suministro de todas las láminas tipo “metaldeck” deben ser en acero galvanizado tipo MD2 de calibre 22, 20,18 o 16 dependiendo de las condiciones de cargas sobreimpuestas, la luz entre soportes y las propiedades de la lámina.

Se deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Las nervaduras del tablero metálico no deben tener un peralte mayor que 76 mm. El ancho promedio de la nervadura de concreto,  $w_r$ , no debe ser menor que 50 mm.
- La losa de concreto se debe conectar a la viga de acero por medio de conectores tipo espigo con cabeza soldados, de diámetro menor o igual que 19 mm (AWS D1.1). Los espigos pueden soldarse ya sea a través de la lámina o directamente a la viga de acero. Los espigos, una vez instalados, deben extenderse por lo menos 38 mm por encima del nivel superior del tablero metálico, y deben quedar con un recubrimiento en concreto de 13 mm como mínimo por encima de su extremo superior.
- El espesor de la losa por encima del tablero metálico no debe ser menor que 50 mm.
- El tablero metálico estará anclado a todos los miembros de soporte a espacios no superiores a 460 mm. Tal anclaje será proporcionado mediante conectores tipo espigo con cabeza, una combinación de conectores tipo espigo y arandelas con soldaduras de tapón, u otro sistema especificado por el diseñador.

Las omisiones o ambigüedades que se puedan presentar en los planos o especificaciones del contratante no exoneran al contratista de la responsabilidad de efectuar un suministro de estructuras

|   |                              |   |                                  |
|---|------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>  | REV.<br><b>0</b>                 |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                              |   | PÁGINA:<br>41 de 60              |

con materiales de primera calidad. Si el contratista encuentra inexactitudes o incorrecciones en los planos o en las especificaciones, deberá hacerse corregir o aclarar del contratante estas discrepancias antes de iniciar cualquier etapa de sus trabajos.

La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 11.3. ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta norma debe ser acompañada de los planos estructurales, las especificaciones y los criterios de diseño.

### 11.4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA


|                    |   |
|--------------------|---|
| NSR-10             | Título F  |
| SDI                | Steel Deck Institute  |
| Lámina Colaborante | ASTM A653/A653M SS Grados 33, 37, 40 y 50 Clase 1 y Clase 3; HSLA tipos A y B, grados 40, 50, 60, 70 y 80 |

#### Espigos de cortante:

AWS D1.1/D1.1M.

#### Concreto:

- NSR-10 Capitulo C.3.2 CR3.2.
- NSR-10 Capitulo C.3.3 y CR3.3.
- NSR-10 Capitulo C.3.4 y CR3.4.
- NTC 30 – Cemento Portland – Clasificación y nomenclatura.
- NTC 121 – Cemento Portland – Especificaciones físicas y mecánicas (ASTM C150).
- NTC 174 – Especificaciones de los agregados para concreto. (ASTM C33).
- NTC 321 – Cemento Portland – Especificaciones químicas.
- NTC 396 – Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. (ASTM C143).
- NTC 454 – Hormigón fresco, toma de muestras. (ASTM C172).
- NTC 504 – Refrentado de especímenes cilíndricos de concreto. (ASTM C617).
- NTC 550 – Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. (ASTM C31).
- NTC 673 – Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto. (ASTM C39).
- NTC 722 – Ensayo de tracción indirecta de cilindros de concreto. (ASTM C496).
- NTC 1032 – Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. (ASTM 231).
- NTC 1299 – Aditivos químicos para el concreto. (ASTM C494).
- NTC 1377 – Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo laboratorio. (ASTM C192).
- NTC 3318 – Concreto premezclado. (ASTM C94).
- NTC 3459 – Agua para la elaboración de concreto. (BS 3148).
- NTC 3493 – Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Portland. (ASTM C618).
- NTC 3502 – Aditivos incorporadores de aire para concreto. (ASTM C260).
- NTC 3658 – Método de la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas. (ASTM C42).
- NTC 4018 – Escoria de alto horno, granulada y molida, para ser uso en concreto y morteros. (ASTM

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>42 de 60 |

C989).  
 NTC 4022 – Masa unitaria de concreto liviano estructural. (ASTM C567).  
 NTC 4023 – Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido. (ASTM C1017).  
 NTC 4025 – Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson en concreto a compresión. (ASTM C469).  
 NTC 4027 – Concreto hecho por bachada volumétrica y mezclado continuo (ASTM C685).  
 NTC 4045 – Agregados livianos para concreto estructural. (ASTM C330).  
 NTC 4049 – Método para determinar los cloruros solubles en agua presentes en el concreto. (ASTM C1218).  
 NTC 4578 – Cemento hidráulico expansivo. (ASTM C845).  
 NTC 4637 – Especificaciones para el uso de microsilica como adición en mortero y concreto de cemento hidráulico. (ASTM 1240).  
 NTC 5541 – Concretos reforzados con fibra. (ASTM C1116).  
 ASTM C150-05 – Standard Specification for Portland Cement.  
 ASTM C29/C29M-97 – Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregates.  
 ASTM C595-07 Standard – Specification for Blended Hydraulic Cements.  
 ASTM C1157-03 – Standard Performance Specification for Hydraulic Cement.  
 ASTM C1602/C1602M-06 – Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete.  
 ASTM C1609/C1609M-06 – Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading).

**Acero de refuerzo:**

NSR-10 Capitulo C.3.  
 NTC 1 – Ensayo de doblamiento para productos metálicos. (ASTM A370).  
 NTC 2 – Ensayo de tracción para productos de acero. (ASTM A370).  
 NTC 1907 – Alambre de acero para concreto armado. (ASTM A496).  
 NTC 1925 – Mallas soldadas fabricadas con alambre liso de acero para concreto reforzado. (ASTM A185).  
 NTC 1950 – Acero estructural de baja aleación y alta resistencia. (ASTM A242).  
 NTC 2043 – Mallas fabricadas con barras corrugadas de acero para hormigón reforzado. (ASTM A184).  
 NTC 2289 – Barras y rollos corrugados de acero de baja aleación y/o termotratados para concreto reforzado en construcciones de diseño sismo resistente. (ASTM A706).  
 NTC 2310 – Mallas soldadas fabricadas con alambre corrugado para refuerzo de concreto. (ASTM A497).  
 NTC 3353 – Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero. (ASTM A370).  
 NTC 4002 – Siderurgia. Alambre liso de acero para refuerzo de concreto. (ASTM A82).  
 NTC 4004 – Barras de acero de refuerzo con recubrimiento epóxico para refuerzo de concreto. (ASTM A775).  
 NTC 4013 – Barras de acero recubiertas con cinc (galvanizadas) para refuerzo de concreto. (ASTM A767).  
 NTC 4040 – Procedimientos de soldadura aplicables al acero para refuerzo de concreto. (ANSI/AWS D1.4).  
 ASTM A497 – Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre corrugado, para refuerzo de concreto.

|   |                              |  |                    |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |
|   |                              | APROBÓ:<br>L FAG   | FECHA:             |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A |
| UNIDAD DE MEDIDA:<br>Indicada   |                              | PÁGINA:<br>43 de 60  |                    |

NTC 5214 – Fibras de acero para refuerzo de concreto. (ASTM A820).  
 ASTM A884/A884M-06 – Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire and Welded Wire Reinforcement.  
 ASTM A934/A934M-07 – Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars.  
 ASTM A955/A955M-07a – Standard Specification for Deformed and Plain Stainless-Steel Bars for Concrete Reinforcement.  
 ASTM A970/A970M-06 – Standard Specification for Headed Steel Bars for Concrete Reinforcement.  
 ASTM A1022/A1022M-07 – Standard Specification for Deformed and Plain Stainless-Steel Wire and Welded Wire for Concrete Reinforcement.  
 ASTM A1035/A1035M-07 – Standard Specification for Deformed and Plain Low-Carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement.  
 ASTM A1044/A1044M-05 – Standard Specification for Steel Stud Assemblies for Shear Reinforcement of Concrete.  
 NTC 4040 (Structural Welding Code—Reinforcing Steel AWS D1.4/D1.4M:2005).

### 11.5. INSTALACIÓN Y MONTAJE

El contratista encargado del montaje del “metaldeck” debe suministrar todo lo necesario en materia de electrodos para soldadura en obra, remaches, elementos y materiales para conexiones y soportes provisionales.

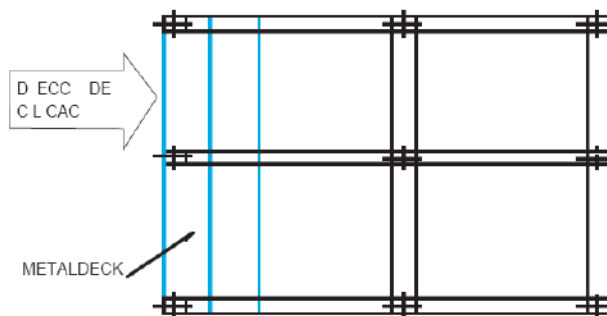
Toda la soldadura que se utilice para la fijación de láminas “metaldeck” debe ser del tipo E6013.

Las siguientes recomendaciones generales son aplicables para cualquier construcción de losas de entrepiso y cubierta usando “metaldeck”.

#### 11.5.1. Dirección de colocación del “metaldeck”

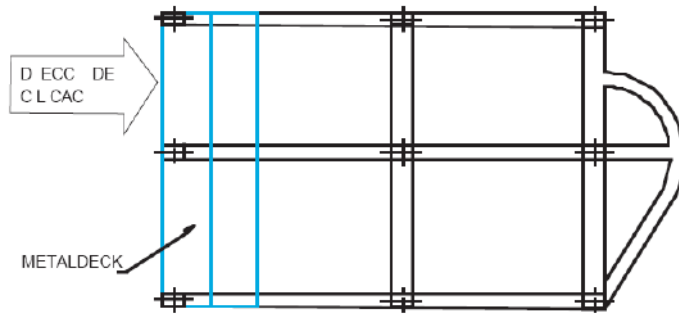
Se debe tener en cuenta la geometría del área a cubrir y se debe empezar en un lado para terminar en el otro como indica la figura.

En este caso es igual comenzar de uno u otro extremo.



En este caso es igual comenzar de uno u otro extremo.

|   |                       |  |                                  |
|---|-----------------------|--|----------------------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0                        |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             | <br>ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                       |  | PÁGINA:<br>44 de 60              |



Se recomienda dejar el lado Irregular para el final.

### 11.5.2. Corte de las láminas en la obra

Cuando se requieran cortes por geometrías irregulares en la obra es necesario el uso de sistemas de corte aplicables al acero galvanizado tales como sistemas de corte por acetileno (soplete) o con electrodos (soldadura).

### 11.5.3. Posición de instalación de la lámina “metaldeck”

Debe tenerse especial cuidado en la correcta posición de colocación de las láminas, garantizando que ellas queden trabajando de una forma adecuada.

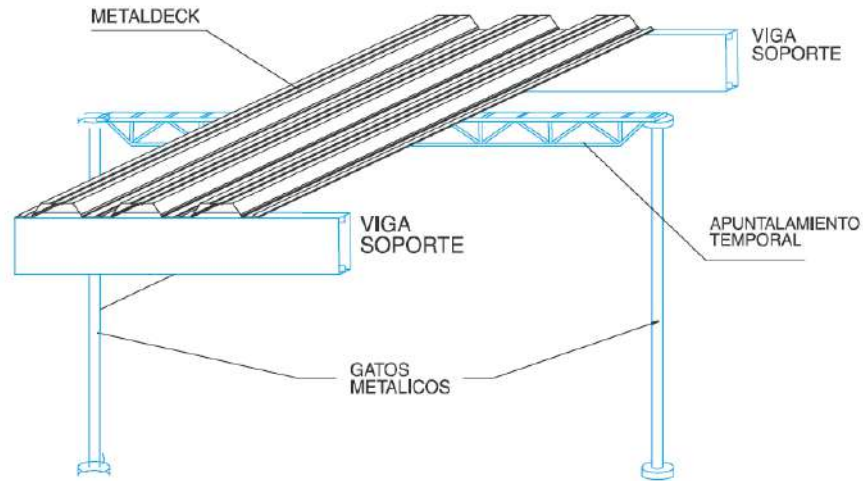
Nota: Se debe verificar la posición de colocación del “metaldeck” de acuerdo con la siguiente figura, ya que las láminas colocadas en forma invertida reducen la capacidad de carga de la losa.



### 11.5.4. Apuntalamiento temporal

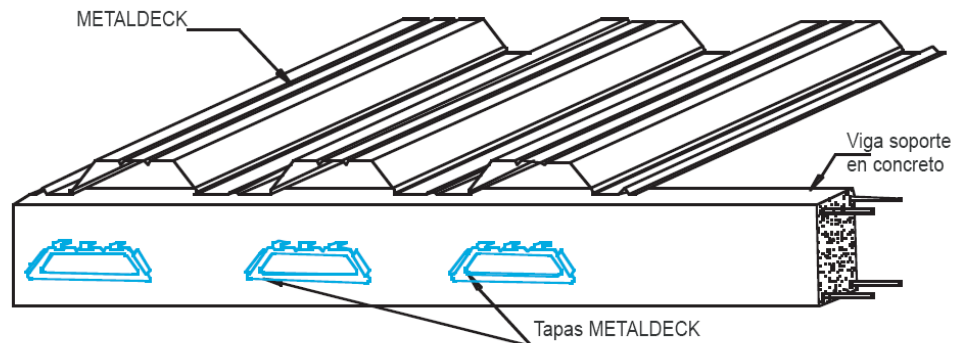
Se debe verificar si la luz que cubre el “metaldeck” requiere o no de apuntalamientos temporales. En el caso de emplear apuntalamientos temporales, estos deben permanecer de 10 a 15 días y se deben instalar la mitad de la luz de la losa, tal como se muestra a continuación:

|   |                       |  |                                  |
|---|-----------------------|--|----------------------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0                        |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             | <br>ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                       |  | PÁGINA:<br>45 de 60              |



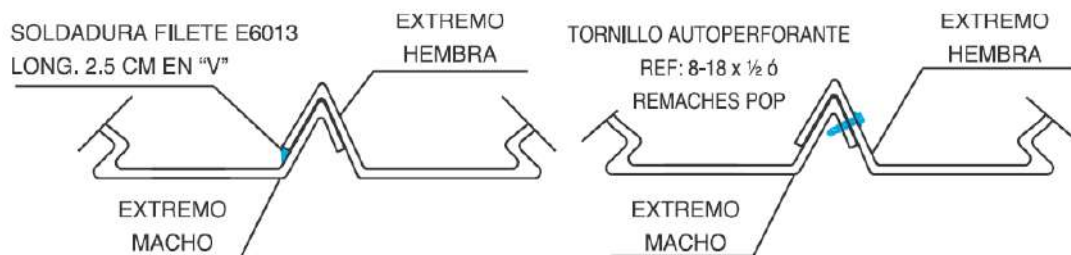
### 11.5.5. Tapas de cierre metaldeck

Instalar las tapas de cierre para evitar que el concreto se salga en los casos en que el vaciado del concreto lo requiera.



### 11.5.6. Fijación lateral

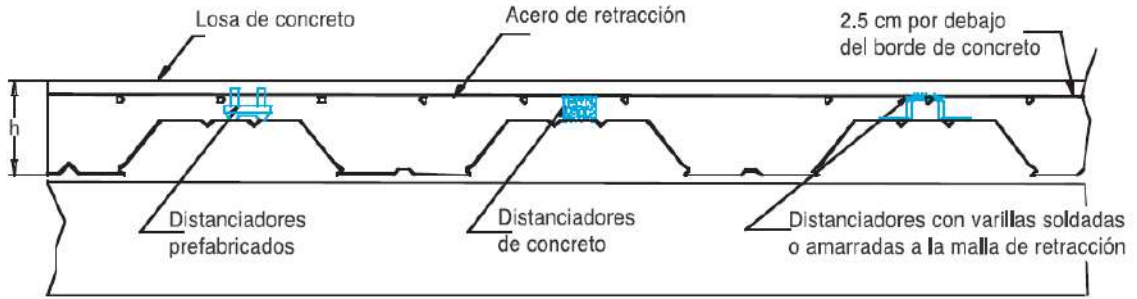
Las láminas de "metaldeck" deben sujetarse unas con otras en sentido longitudinal con tornillos auto perforantes, puntos de soldadura o remaches "pop" cada 0.90 m. Para el calibre 22 se debe utilizar puntos muy superficiales de soldadura para evitar daños en la lámina.



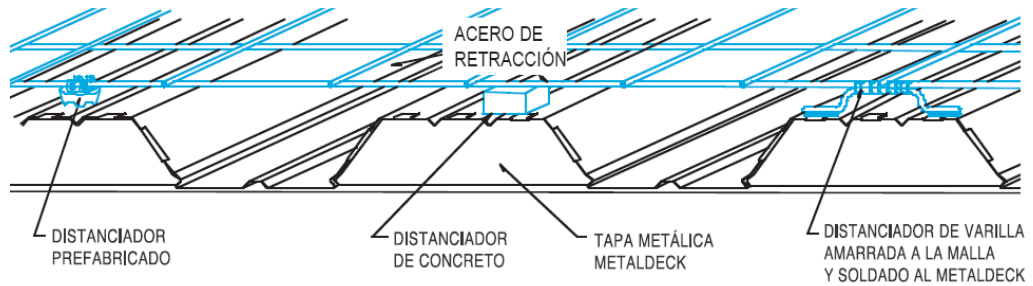
|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0           |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>46 de 60 |

### 11.5.7. Instalación de malla electrosoldada o acero de retracción de fraguado

Instalar la malla electrosoldada sobre los dados de concreto prefabricados (distanciadores o también conocidos como “panelitas”) de tal forma que esta quede a 2.5 cm por debajo de la superficie de la losa de concreto.

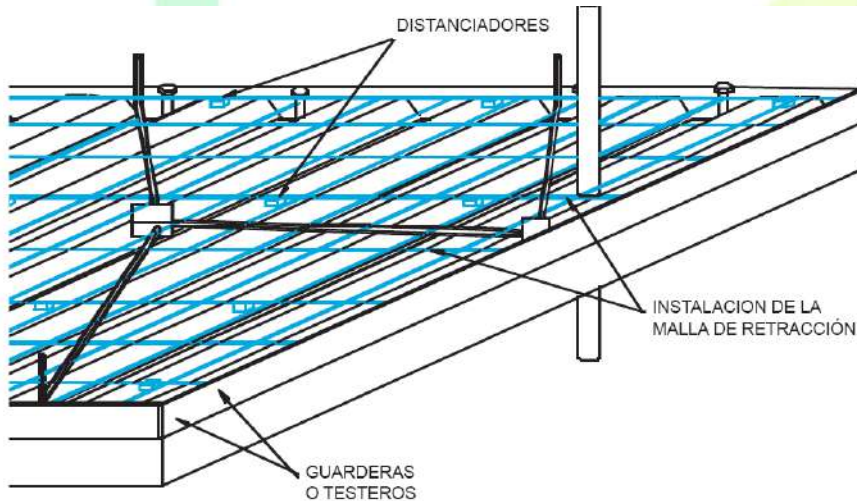



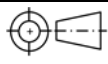
La malla mínima recomendada es de 5 mm de diámetro a cuadrículas de 15 cm x 15 cm o varillas amarradas a mano en ambos sentidos que provean la misma cantidad de acero que la malla.



Se recomienda amarrar los distanciadores de concreto con alambre recocido numero 18 como lo muestra la gráfica anterior.

Colocar la malla electrosoldada de refuerzo o armar la malla con varillas manualmente, si es el caso.



|   |                       |  |                               |
|---|-----------------------|--|-------------------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV. 0                        |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV                |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:                        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             | <br>ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                       |  | PÁGINA:<br>47 de 60           |

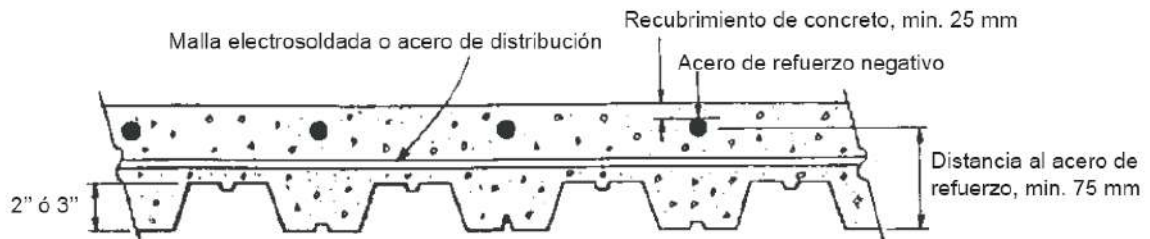
En el diseño de la placa se debe considerar la colocación de una malla de acero de refuerzo con el objeto de absorber los efectos causados por la retracción de fraguado del concreto y los generados por los cambios térmicos que ocurran en el sistema.

La malla de acero de refuerzo debe estar conformada por barras con resistencia mínima a la fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup> (60 ksi) o por mallas electrosoldadas de alambroón y debe tener un área mínima por lo menos 0.6 cm<sup>2</sup> por metro de ancho y un recubrimiento mínimo de concreto de 2.5 cm.

En los planos debe estar indicado el diámetro de las varillas longitudinales y transversales, el espaciamiento que hay entre las mismas y el área por metro de ancho.

### 11.5.8. Refuerzo negativo para losas de “metaldeck”

(Cómo evitar fisuras en la parte superior de la losa)



Al fundir una placa de “metaldeck” con varias luces continuas, generalmente se presenta sobre el apoyo, tensión en la parte superior de la placa de concreto. Esto normalmente genera fisuras en la superficie, que aunque en muchos casos no presentan problemas estructurales sí presentan problemas estéticos.

En estas zonas es necesario adicionar varillas de acero para absorber los esfuerzos que se generan y evitar la presencia de fisuras. En la mayoría de los casos el acero que se coloca para controlar la retracción de fraguado no es suficiente para absorber la totalidad de los esfuerzos generados, por lo tanto se debe adicionar mayor refuerzo en éstos puntos.

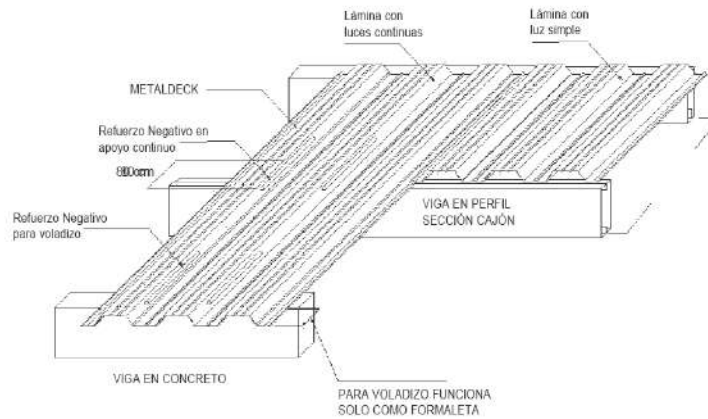
Para evitar estas fisuras, es recomendable utilizar varilla de acero No. 4 (1/2”) con una longitud mínima de 1.60 m colocadas encima de los valles de la lámina, con un recubrimiento mínimo de concreto de 2.5 cm. La utilización de acero de retracción no se debe suspender en esta región. En todo caso, se debe disponer mínimamente el acero especificado en los planos de detalle.

Como recomendación general y para un mejor comportamiento del acero de refuerzo es importante chequear que las varillas estén instaladas por encima del acero de retracción.

Las especificaciones dadas en este documento cubren una gran cantidad de casos generales, en un caso particular el ingeniero estructural puede variar parcial o totalmente esta especificación de acuerdo a su criterio. Cuando se manejan voladizos, este tipo de refuerzo es estrictamente necesario y es preciso que lo diseñe un ingeniero estructural.

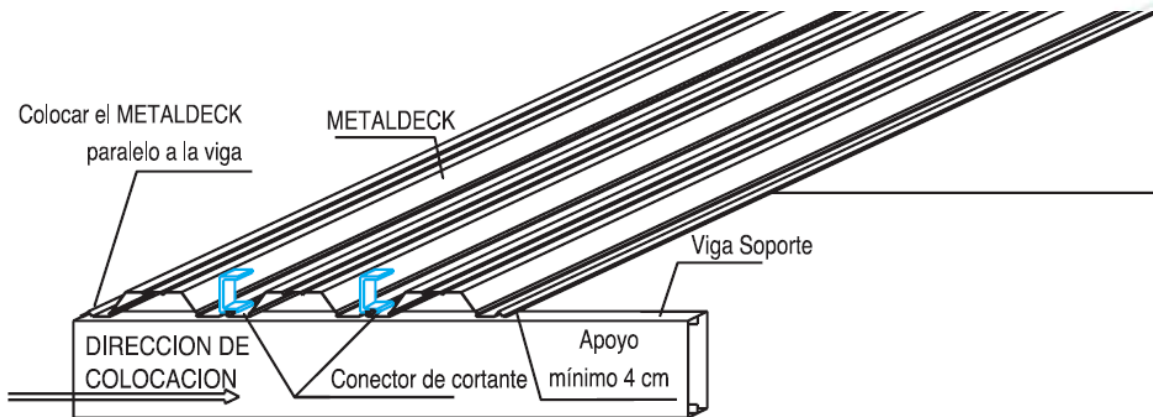
|   |                       |  |                                  |
|---|-----------------------|--|----------------------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0                        |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             | <br>ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                       | PÁGINA:<br>48 de 60  |                                  |





### 11.5.9. “Metaldeck” sobre vigas metálicas

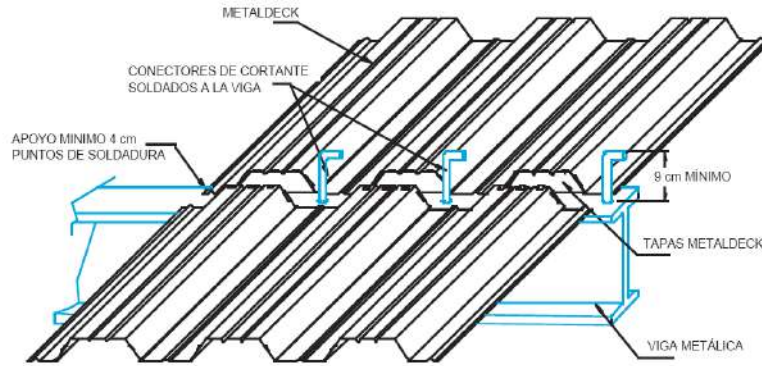
Instalar el “metaldeck” con un apoyo mínimo de 4 cm como se observa en la gráfica. En el caso en el cual dos (2) láminas de “metaldeck” lleguen a un mismo apoyo estas pueden ir separadas, a tope o una sobre la otra, lo importante es proporcionarle a cada lámina mínimo los 4 cm de apoyo.



Se debe instalar los conectores de cortante sobre la viga o apoyo. La soldaduras recomendadas para colocar los conectores a la viga o apoyo en son las E6010 / E6011 /E6013.

Los conectores deben instalarse de acuerdo a lo establecido en los planos o a las recomendaciones del ingeniero estructural.

|   |                       |  |                       |
|---|-----------------------|--|-----------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br>0             |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV        |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:                |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCALA:<br>LA:<br>N/A |
|   |                       | UNIDAD DE MEDIDA:<br>Indicada  | PÁGINA:<br>49 de 60   |



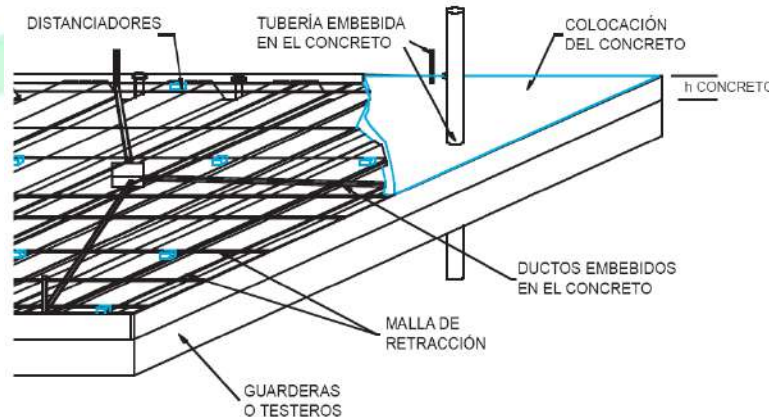
### 11.5.10. Vaciado del concreto

Se deben colocar testeros, madera o elementos de borde o guardas que indiquen la altura final de la losa.

Posteriormente, se funde la losa de concreto teniendo presente no dejar acumular cantidades considerables de concreto en el mismo sitio, ya que se pueden generar deformaciones y en el peor de los casos una falla de las láminas o testeros de la viga.

El concreto a utilizar debe tener la resistencia a la compresión indicada en los planos, pero en ningún caso dicha resistencia puede ser inferior a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (3000 psi). No se recomienda el uso de aditivos o acelerantes que contengan sales clorhídricas las cuales pueden producir corrosión fuerte sobre el panel de acero.

El diseño y construcción debe hacerse de tal manera que el espesor de concreto sobre la cresta del panel metal deck no sea menor a 5 cm (2") de acuerdo a la especificación SDI "Specification for Steel Decks".



El concreto debe tener la resistencia indicada en los planos con los aditivos autorizados por el diseñador estructural, cuando apliquen.

La malla de acero de refuerzo deberá estar adecuadamente soportada mediante panelas en concreto, separadores de varilla.

Antes del vaciado del concreto se requiere aprobación por parte de la interventoría, para asegurarse

|   |                              |  |                               |
|---|------------------------------|--|-------------------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>              |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV                |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:                        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    | <br>ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                              |  | PÁGINA:<br>50 de 60           |

que la lámina “metaldeck” esté completa y adecuadamente sujeta y que el panel tiene el soporte necesario en todos los bordes.

El contratista debe asegurar una distribución uniforme del concreto en toda el área para lo cual puede utilizar vibradores u otra herramienta previamente aprobada por la interventoría.

Durante el vaciado y nivelación del concreto se deben tener las siguientes precauciones:

- a) No se debe caminar sobre las crestas de las láminas para evitar deformación de las mismas. De ser necesario, se debe disponer de tablonces con el objeto de lograr una distribución uniforme de la carga producida por el peso del operario.
- b) Se debe evitar sobrecargar secciones de las láminas con exceso de concreto que puedan deformar la lámina. El concreto por lo tanto debe distribuirse uniformemente a medida que se vaya vaciando sobre la lámina.
- c) El transporte del concreto se puede hacer por bombeo o carretillas, en este último caso debe usarse tablonces de madera por la ruta de desplazamiento de las mismas.

Finalmente se debe confirmar la altura final de la losa marcada en los testeros de borde y no se debe exceder esa altura ya que se estaría sobrecargando innecesariamente la losa con una carga adicional.

### 11.5.11. Control de Calidad

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

Los informes certificados expedidos por la acería que produce los aceros utilizados, o los reportes de ensayos realizados por el fabricante de las estructuras o por un laboratorio reconocido, constituirán evidencia suficiente de conformidad del material con una de las especificaciones anteriormente listadas.


### 11.5.12. Entregables

El contratista debe emitir para aprobación la siguiente información:

- Plan de calidad
- Plan de inspección y ensayos
- Certificados de calidad de los materiales
- Resultados de pruebas de laboratorio

### 11.5.13. Integración a Precios Unitarios:

- Perfiles y láminas de acero estructural.
- Concreto reforzado
- Andamios y puntales; su instalación y transporte.
- Las erogaciones necesarias para llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias de acuerdo a las especificaciones de diseño
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal
- Depreciación de equipos
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Limpiezas.

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         |  |                    | <b>NC-MN-OC08-15</b>             | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>51 de 60 |

### 11.5.14. Unidad de Medida y Medición de pago

La cuantificación para fines de pago será por (m<sup>2</sup>) de lámina colaborante instalada.

## 12. ESTRUCTURA METÁLICA – RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES

### 12.1. DEFINICIÓN

Se denomina recubrimiento a una imprimación, barrera o acabado (pintura) que se aplica sobre una superficie en capas. Cuando se seca, el recubrimiento se convierte en una película sólida que recubre dicha superficie.

Los pigmentos que se utilizan para la fabricación de recubrimientos, pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- Pigmentos anticorrosivos
- Pigmentos cubrientes o activos
- Pigmentos con alguna acción específica
- Pigmentos Inertes o Cargas

Las propiedades y clasificación de los diversos tipos de recubrimientos se basan precisamente en el vehículo fijo utilizado en su formulación. De esta forma, se habla de:

- Recubrimientos de aceite
- Recubrimientos Alquídicos
- Recubrimientos Fenólicos
- Recubrimientos de clorocaucho
- Recubrimientos Epóxicos,
- Recubrimientos Vinílicos
- Recubrimientos Uretanos
- Recubrimientos Acrílicos, etc.


La pintura intumescente (PI) es una pintura destinada a la protección de estructuras en caso de incendio. Su principal función es brindar un grado de protección térmica a la estructura, y entonces permitir un mayor tiempo hasta que ocurra una posible situación de colapso estructural.

### 12.2. GENERALIDADES

Se indican los requisitos generales aplicables a materias primas, materiales, mano de obra, control de calidad, procesos de fabricación y pruebas de los materiales para la ejecución de los esquemas de pintura especificados.

Las pinturas se deben preparar y aplicar de acuerdo a las especificaciones y las instrucciones impresas dadas por el fabricante. En los lugares donde se vayan a preparar las pinturas se deben tener copias disponibles de las instrucciones dadas por el fabricante, expuestas convenientemente para las consultas a que haya lugar.

Las hojas de datos de los recubrimientos (pinturas), hojas de datos para su aplicación y de seguridad, hacen parte integral de estas especificaciones.

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |                                  |                     |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |                                  |                     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |                                  |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>52 de 60 |

Las omisiones o ambigüedades que se puedan presentar en los planos o especificaciones del contratante no exoneran al contratista de la responsabilidad de efectuar un suministro de estructuras con materiales de primera calidad. Si el contratista encuentra inexactitudes o incorrecciones en los planos o en las especificaciones, deberá hacerse corregir o aclarar del contratante estas discrepancias antes de iniciar cualquier etapa de sus trabajos.

La aprobación dada por el contratante a planos de fabricación del contratista no exime a éste de sus responsabilidades contractuales o de hacer correcciones posteriores a sus trabajos en caso de presentarse algún error.

### 12.3. ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta norma debe ser acompañada de los planos estructurales, especificaciones y los criterios de diseño.

### 12.4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

|                       |  |
|-----------------------|--|
| NSR10                 |  |
| NTC5832               | Código de Practicas Estándar para Estructuras Metálicas  |
| ASTM D4417            | Determinación del perfil de anclaje  |
| ASTM D4414            | Determinación del espesor de película húmeda   |
| ASTM D4541            | Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.  |
| SSPC-PA 2, ASTM D1186 | Determinación del espesor de película seca   |
| ASTM D3359            | Determinación cualitativa de la adherencia de un recubrimiento sobre una superficie metálica   |
| ASTM D5162            | Evaluación de discontinuidades en recubrimientos no conductivos sobre sustratos metálicos.   |
| ASTM D 4752           | Norma para evaluar el curado de recubrimientos base etil silicato de zinc mediante la resistencia al MEK.  |
| ASTM D 4138           | Determinación de espesor de película seca por método destructivo.  |
| ASTM D4285:           | Standard test method for indication of oil or water in compressed Air  |
| ASTM D5064            | Standard test method for measuring MEK resistance of ethyl silicate (Inorganic) zinc-rich primers by solvent rub.  |
| ASTM D5064            | Standard practice for conducting a patch test to access coating compatibility.   |
| ASTM E2924 - 14       | Standard Practice for Intumescent Coatings   |
| ASTM A123             | Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products   |
| ISO 1461              | Hot dip galvanized coatings on fabricated and steel article— Specifications and methods  |
| ISO 19840             | Paints and varnishes. Determination of dry film thickness. Non-destructive magnetic flux method  |
| ISO 2409              | Paints and varnishes. Cross-cut test   |
| ISO 4624              | Paint and varnishes – Pull-off test for adhesion.  |
| ISO 8501-1            | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Visual assessment of surface cleanliness. Specification for rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates after overall removal of previous coatings. |
| ISO 8501-2            | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Visual assessment of surface cleanliness. Preparation grades of   |

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFG   | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>53 de 60 |

|             |  |
|-------------|--|
| ISO 8501-3  | previously coated steel substrates after localized removal of previous coatings. Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Visual assessment of surface cleanliness. Preparation grade of welds, edges and other areas with Surface imperfections |
| ISO 8502-1  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Field test for determination of soluble iron corrosion products.   |
| ISO 8502-2  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Laboratory method for determination of chlorides on cleaned surfaces.  |
| ISO 8502-3  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Assessment of dust on steel surfaces prepared for painting (pressure-sensitive tape method).   |
| ISO 8502-4  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Guide to the estimation of the probability of condensation on a surface to be painted.   |
| ISO 8502-5  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Chloride measurement - Ion detection tube method.  |
| ISO 8502-6  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Methods for the assessment of Surface cleanliness. Extraction of soluble contaminants for analysis (the Bresle method).   |
| ISO 8502-9  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Field method for the conductometric determination of water soluble salts.  |
| ISO 8503-1  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Surface roughness characteristics of blast cleaned steel substrates. Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast cleaned surfaces.          |
| ISO 8503-2  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Surface roughness characteristics of blast cleaned steel substrates. Method for the grading of surface profile of blast cleaned steel - comparator procedure.   |
| ISO 8504-1  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products.   |
| ISO 8504-2  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Surface preparation methods - abrasive blast cleaning.  |
| ISO 8504-3  | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Surface preparation methods - hand and power-tool cleaning.   |
| ISO 11124-1 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for metallic abrasives - general introduction and classification.  |
| ISO 11124-3 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for metallic abrasives - high carbon cast steel shot and grit.   |
| ISO 11124-4 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for metallic abrasives - low carbon cast steel shot.   |
| ISO 11126-1 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic abrasives – general introduction and classification.  |

|   |                              |  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>    |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                              | APROBÓ:<br>L FAG   | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                              | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>54 de 60 |

|             |   |
|-------------|---|
| ISO 11126/3 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic abrasives – copper refinery slag.  |
| ISO 11126-4 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic abrasives - coal furnace slag.   |
| ISO 11126-5 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic abrasives - nickel refinery slag.  |
| ISO 11126-6 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic abrasives - iron furnace slag.   |
| ISO 11126-7 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic abrasives - fused aluminium oxide.   |
| ISO 11126-8 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic abrasives - olivine sand.  |
| ISO 11127-6 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Test methods for non-metallic abrasives – determination of water-soluble contaminants by conductivity measurement. |
| ISO 11127-7 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Test methods for non-metallic abrasives – Determination of water soluble salts.                                    |
| ISO 12944-2 | Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by paint systems. Part 2: Classification of environments  |
| ISO 12944-3 | Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by paint systems. Part 3: Design and construction requirements.   |
| ISO 12944-4 | Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by paint systems. Part 4: Surface types and preparation methods.  |
| ISO 12944-7 | Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by paint systems. Part 7: Execution and supervision of painting work  |
| ISO 1461    | Hot dip galvanized coatings on fabricated and steel article- Specifications and methods   |
| NACE RPO188 | Discontinuity (holiday) testing of protective coatings (new standard SPO0188, under progress is reformulation of this standard)   |

## 12.5. EJECUCIÓN DE PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS

Se deben seguir todas las instrucciones de ejecución, grado de limpieza, perfil de anclaje y seguridad descritas en las hojas de datos del fabricante de la pintura.

### 12.5.1. Condiciones del tiempo

Cuando se realice la aplicación del tratamiento de pintura el contratista debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se pintarán sólo superficies completamente secas.
- No se podrán adelantar trabajos de pintura si se produjera alguna de las siguientes condiciones:
  - a) Temperatura inferior a 4°C o superior a 38°C.
  - b) Humedad relativa por encima del 90%.
  - c) Si las superficies recién pintadas pueden ser dañadas por lluvia, polvo, niebla o condensación.
  - d) Si la exposición a la lluvia, polvo, niebla o condensación puede ocurrir durante el secado.
  - e) Las temperaturas de las superficies a pintar, el aire ambiente y la pintura deben estar dentro de los límites recomendados por el fabricante, pero por lo menos 3°C encima del punto de rocío.

|   |                       |  |                     |
|---|-----------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15  | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A  |
|   |                       | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada   | PÁGINA:<br>55 de 60 |

### 12.5.2. Aspectos sanitarios

Los principales peligros que se presentan en la aplicación de las pinturas son los riesgos contra la salud y el fuego, ocasionados ambos por concentraciones altas de disolventes y otros componentes de la pintura en la atmósfera. Las medidas de seguridad recomendadas para evitar dichos riesgos son: la separación efectiva de los procesos, el aislamiento de las zonas de pintura y la ventilación apropiada.

### 12.5.3. Aspectos de seguridad y aseo

Se deben tener presente los siguientes aspectos:

- a) En todos los espacios cerrados se debe contar con suficiente ventilación forzada para mantener las concentraciones de gases y vapores a un nivel seguro. Los gases y vapores se deben expeler hacia afuera.
- b) No está permitido fumar en zonas de almacenamiento, manejo o aplicación de pinturas o disolventes.
- c) Se deben evitar llamas abiertas, calentadores y aparatos eléctricos sin protección en los sitios donde se esté pintando, almacenando o manejando pinturas o disolventes.
- d) Todos los equipos eléctricos deben estar conectados a tierra.
- e) No se debe permitir que los derrames de pintura o disolvente caigan en drenajes o tuberías de agua. Inmediatamente ocurran se deben detener con arena o tierra, recogerlos y echarlos en un recipiente metálico, taparlo bien y ubicarlo alejado de toda fuente de calor, en un sitio asignado a las basuras y descartes.
- f) Las estopas, papeles, envases vacíos y demás desechos inservibles del trabajo de pintura se deben depositar en un recipiente metálico, taparlo muy bien y separarlo lejos de toda fuente de calor, en el lugar asignado a las basuras y descartes.

### 12.5.4. Preparación de superficies

El grado y el tipo de preparación de las superficies se debe regir por lo indicado en los planos de diseño y plano de notas o especificaciones.

#### 12.5.4.1. Preparación de la pintura


La pintura se debe entregar en el lugar de la obra en recipientes originales, rotulados y sin abrir. Los rótulos de los recipientes deben ser legibles en el momento de usarse la pintura y contendrán marca, color, referencia, instrucciones de uso, nombre del fabricante, fecha de envase, número de lote y hoja de seguridad.

Todo recipiente que no contenga el rótulo o que conteniéndolo esté roto, ilegible, alterado o cambiado debe ser rechazado por El Interventor y retirado inmediatamente de las instalaciones de la obra.

La preparación de la pintura se debe hacer siguiendo siempre y estrictamente las instrucciones impresas de fabricante de la pintura a utilizar.

Las pinturas de dos o más componentes, después de preparada la mezcla, tienen un tiempo de vida limitada, por lo que se debe preparar solamente lo que se va a requerir y utilizar en un tiempo relativamente corto.

Cuando así se especifique, se usarán mezcladoras mecánicas para agitar la pintura lo suficiente como para mezclar el pigmento y el vehículo antes de usarse. Los recipientes de pintura a presión deben estar equipados con mezcladoras mecánicas para mantener el pigmento en suspensión.

|   |                              |  |                    |                                  |                     |
|---|------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>   | REV.<br><b>0</b>   |                                  |                     |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV   | REVISÓ:<br>CBV     |                                  |                     |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG  | FECHA:             |                                  |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>56 de 60 |



Los catalizadores y diluyentes que se agreguen y el material usado o descartado estarán de acuerdo con las instrucciones impresas del fabricante. Se debe utilizar el disolvente que se especifica para cada tipo de pintura, tanto para disolución como para la limpieza de los equipos.

#### 12.5.4.2. Aplicación de pinturas

Las capas de pintura se pueden aplicar por pulverización o con brocha. Es aceptable una combinación de pintura por pulverización seguida por una mano de brocha.

La pintura se debe aplicar sin que se corra o fluya y con un mínimo de sobre pulverización.

Durante la preparación y pintado se tomarán precauciones para prevenir daños o salpicaduras a pisos y superficies y equipos adyacentes tales como manómetros, interruptores, tomacorrientes, soleras, letreros, placas indicadoras, instrumentos, etc. La aplicación de la pintura se hará siguiendo siempre y estrictamente las instrucciones impresas de fabricante de la pintura a utilizar.

Cada mano debe suceder a la anterior dentro de los límites de tiempo fijados por el fabricante de las pinturas. Las capas ultra lisas o duras deben recibir preparación adicional, de acuerdo con los requerimientos de esta especificación o del fabricante de la pintura, para asegurar la adherencia de las capas sucesivas.

#### 12.5.4.3. Color de las pinturas

La pintura a aplicar en cada tipo de elemento metálico debe cumplir con las especificaciones del cliente, las cuales podrán estar indicadas en los planos de diseño, planos de notas o en las especificaciones propias del contratante.

#### 12.5.4.4. Pintura estructuras principales y zonas clasificadas

Preparación de superficies de acuerdo a plano de notas de estructuras metálicas y a los planos de diseño.

El tipo y espesor de las pinturas o recubrimientos deben ser especificados de acuerdo a plano de notas de estructuras metálicas y a los planos de diseño.

#### 12.5.4.5. Pintura estructuras secundarias

Preparación de superficies de acuerdo a plano de notas de estructuras metálicas y a los planos de diseño.

El tipo y espesor de las pinturas o recubrimientos deben ser especificados de acuerdo a plano de notas de estructuras metálicas y a los planos de diseño.

#### 12.5.5. Pintura en taller

**Requisitos Generales** — La preparación de la superficie y la pintura de taller deben estar de acuerdo con las provisiones del Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges, AISC en su última edición.

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br>0           |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>57 de 60 |

A menos que se especifique lo contrario en el pliego de condiciones, el fabricante debe como mínimo limpiar el acero estructural de óxido, cascarillas de laminación, suciedad y cualquier otra materia extraña, antes de aplicar los recubrimientos por medio de un cepillo de alambre o por otros métodos elegidos por el fabricante, de tal forma que satisfaga los requisitos de la norma SSPC indicada. La preparación de la superficie debe ser inspeccionada por el inspector, tal inspección se llevará a cabo de manera oportuna antes de la aplicación de la capa de recubrimiento.

A menos que se especifique lo contrario en el pliego de condiciones, la pintura debe ser aplicada por medio de brocha, pistola, rodillo, inmersión u otros medios adecuados, a elección del fabricante. Cuando el término "pintura de taller", "Recubrimiento de taller" u otro término equivalente es utilizado sin un sistema de pintura especificado, se aplicará el estándar del fabricante a un espesor mínimo de película seca.

El retoque de las imperfecciones causadas por la manipulación después de la pintura de taller, es responsabilidad del contratista que realiza retoque en el campo.

**Superficies inaccesibles** — Con excepción de las superficies de contacto, las superficies que sean inaccesibles después del ensamble de taller deberán ser limpiadas y pintadas previamente cuando así lo requieran los documentos de diseño.

**Superficies de contacto** — En conexiones tipo aplastamiento se permite la aplicación de pintura sobre las superficies de contacto. Para conexiones de deslizamiento crítico, los requisitos de las superficies de contacto estarán de acuerdo con las Especificaciones para Juntas Estructurales Usando Pernos ASTM A325 o A490 del RCSC.

**Superficies con acabado por maquinado** — Las superficies con acabado por maquinado deberán ser protegidas por medio de un recubrimiento inhibidor de la corrosión que pueda ser removido antes del montaje, o que tenga características que hagan innecesaria su remoción.

**Superficies adyacentes a soldaduras de campo** — A menos que se especifique lo contrario en los documentos de diseño, las zonas que estén a menos de 50 mm de cualquier soldadura de campo estarán libres de cualquier material que pueda impedir la correcta ejecución de la soldadura o producir humos inaceptables durante el proceso.

#### 12.5.6. Retoques de pintura

Las partes de pintura dañadas que exijan ser retocadas deben tener una preparación de superficie igual a la exigida antes del retoque. La aplicación de la pintura a los retoques (espesor y color) debe ser consistente con las especificaciones anteriores a su instalación.

### 12.6. CONTROL DE CALIDAD

El subcontratista o proveedor, debe presentar el plan de calidad, y el plan de inspección y ensayos ajustados a los requerimientos de NTC ISO 10005.

Los informes y certificados expedidos por el fabricante de los suministros de las actividades que contemplen preparación de superficie y aplicación de pintura, o los reportes de ensayos realizados por el fabricante o por un laboratorio reconocido, constituirán evidencia suficiente de conformidad del material con una de las especificaciones anteriormente listadas.

|   |                       |  |                    |                                  |                     |
|---|-----------------------|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         |  |                    | NC-MN-OC08-15                    | REV.<br><b>0</b>    |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS |  |                    | ELABORÓ:<br>SAOV                 | REVISÓ:<br>CBV      |
|   |                       |  |                    | APROBÓ:<br>LFAG                  | FECHA:              |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  | ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada | PÁGINA:<br>58 de 60 |

### 12.6.1. Ensayos e inspecciones

El Interventor es el encargado de aceptar o rechazar la pintura, por tal motivo debe realizar inspecciones periódicas y al final de cada capa, a fin de verificar el espesor recomendado y la calidad del acabado de la pintura. Las especificaciones para los sistemas de pintura establecen espesores mínimos de película seca que deben cumplir para una máxima eficiencia. Para ello se debe usar el Calibrador para espesor de películas secas, del tipo magnético, tal como el Microtest o Elcometer, con alcance de 0 a 1.02mm (0 a 40mils).

El Contratista debe inspeccionar, ensayar, verificar y documentar lo siguiente:

- a) Antes de ser pintadas se verificará que las superficies estén libres de aceite, grasa, tiznes y otros contaminantes.
- b) Los espesores de películas secas sobre acero se medirán con el calibrador de espesores. Los defectos detectados por los ensayos e inspecciones precedentes deben repararse y volverse a ensayar.

El contratista debe suministrar placas metálicas de prueba de 150mmx200mmx2mm que deben recubrirse con las capas de los diferentes tipos de pintura hasta alcanzar los espesores especificados. Sobre estas placas se realizarán pruebas de adherencia mediante tracción directa, cuyos resultados deben ser mayores que 5 MPa (50 kgf/cm<sup>2</sup>). Estas se usarán como testigos, y también se realizarán las pruebas en la estructura metálica a instalar.

Una vez terminado el proceso de pintura, su apariencia, espesor y adherencia deben cumplir los requisitos especificados y corresponder con el sistema aplicado a las placas metálicas de prueba. Las pruebas se efectuarán de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma ASTM D-3359 (Métodos de Prueba Estándar para Medición No Destructiva del Espesor de Película Seca de Recubrimientos No-Magnético Aplicado a una Base Ferrosa). En ningún caso la adherencia deberá ser menor que los grados 5a o 5b, según la clasificación para el método de ensayo empleado.

Los trabajos de pintura deben contar con la aprobación del supervisor de construcción, quien inspecciona la preparación de superficies, sistema de aplicación y acabado.

El espesor final de la capa de pintura debe verificarse empleando equipos aprobados; también se requiere un examen visual para detectar rayones, discontinuidades y otros defectos comunes.

Las superficies donde la pintura fue omitida para la soldadura o pernado en obra, así como áreas que resultaren dañadas durante transporte o montaje, deben ser reparadas, pintadas y/o repintadas según sea el caso, de manera que el elemento estructural este cubierto por dicho revestimiento en su totalidad.

### 12.7. ENTREGABLES

El Contratista debe emitir para aprobación la siguiente información:

- Plan de calidad
- Plan de inspección y ensayos
- Certificados de calidad de los materiales
- Resultados de pruebas de laboratorio, taller y de campo realizadas.

|   |                       |   |                                  |
|---|-----------------------|---|----------------------------------|
| MULTINEGOCIOS   | OBRAS CIVILES         | NC-MN-OC08-15   | REV.<br>0                        |
|  | ESTRUCTURAS METÁLICAS | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                       | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A             |  ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                       |   | PÁGINA:<br>59 de 60              |

## 12.8. INTEGRACIÓN A PRECIOS UNITARIOS


- Las erogaciones para llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias de acuerdo a las especificaciones de diseño que realizará el contratista, No incluyen las de la interventoría o cliente.
- Equipo de seguridad y elementos de protección personal.
- Depreciación de equipos.
- Todos los cargos no mencionados en cantidades pero que influyen según contrato.
- Limpiezas.

## 12.9. UNIDAD DE MEDIDA Y MEDICIÓN DE PAGO

La cuantificación del sistema de pintura (anticorrosivo y acabado), para fines de pago, estará incluida dentro de los (kg) de estructura realmente instalada.

La aplicación de capas adicionales solicitadas por el Contratante, y que no estén especificadas en los planos de diseño, se cuantificará y se pagará por (m<sup>2</sup>) para los espesores de película seca requeridos de superficie de estructura.



|   |                              |   |                                  |
|---|------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>MULTINEGOCIOS</b>  | <b>OBRAS CIVILES</b>         | <b>NC-MN-OC08-15</b>  | REV.<br><b>0</b>                 |
|  | <b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> | ELABORÓ:<br>SAOV  | REVISÓ:<br>CBV                   |
|   |                              | APROBÓ:<br>LFAG   | FECHA:                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                    |  ESCA<br>LA:<br>N/A | UNIDAD DE<br>MEDIDA:<br>Indicada |
|   |                              |   | PÁGINA:<br>60 de 60              |