

	Apell.								
	Fecha								
	Apell.	R.R.C J.P.F.		R.U.P.F.		J.I.I.Q. VQ.P.		Emisión Original	BPE
	Fecha	15/04/21		25/05/21		27/05/21			
N°		ELABORÓ	FIRMA	REVISÓ	FIRMA	VALIDÓ Y APROBÓ	FIRMA	MODIFICACIONES	ESTAT.
LISTA DE DISTRIBUCION		Secretaría del Trabajo y Previsión Social					1 copia		
		GOBIERNO DEL ESTADO DE COAHUILA <u>Secretaría del Trabajo y Previsión Social</u>							
		COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD <i>Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura</i> <i>Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción</i> <i>Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil</i>							
ESPECIFICACIONES									
PROYECTO: PROYECTO DE RESCATE DE MINA PASTA DE CONCHOS CONJUNTO: OBRAS CIVILES TÍTULO: CAPÍTULO 05 ACERO DE REFUERZO Y ESTRUCTURAL									
IDENTIFICACIÓN:		GI-PAS-K1333-EC-DMR-EO-005					Núm. Pág.25 (Se incluye esta página)		
FECHA: MAYO-2021		No. ARCHIVO DE C.F.E.:							

CAPÍTULO 5
ACERO DE REFUERZO Y ESTRUCTURAL

C O N T E N I D O	Página
5.1 GENERALIDADES ACERO DE REFUERZO	4
5.2 ACERO DE REFUERZO	5
5.2.1 Habilitado y colocación.....	6
5.2.2 Corte y doblado.....	7
5.2.3 Espaciamiento de las varillas	7
5.2.4 Recubrimiento del acero de refuerzo.....	7
5.2.5 Empalmes.....	7
5.2.5.1 Alambre recocido	8
5.2.6 Fijadores de refuerzo	8
5.2.7 Malla de alambre electrosoldada.....	9
5.2.8 Acero de alta resistencia	9
5.3 GENERALIDADES ACERO ESTRUCTURAL	10
5.4 ACERO ESTRUCTURAL.....	10
5.5 NORMAS APLICABLES.....	11
5.6 ALCANCE.....	13
5.7 CARACTERÍSTICAS GENERALES	14
5.8 CONTROL DE CALIDAD.....	21
5.8.1 Generalidades.....	21
5.8.2 Pruebas.....	21
5.8.3 Aceptación	22
5.8.4 Dibujos de Taller y Montaje.....	23
5.8.5 Planos de Taller	23
5.8.6 Planos de Montaje	23
5.8.7 Supervisión y Montaje de la Estructura	24
5.9 REQUISITOS DE SEGURIDAD	25

Índice de Tablas.

Tabla 1. ASTM A82.....	8
Tabla 2. Normas y Reglamentos Aplicables.....	11
Tabla 3. Normas ASTM aplicables de acuerdo al uso.....	12
Tabla 4. Materiales	15



CAPÍTULO 5 ACERO DE REFUERZO Y ESTRUCTURAL

5.1 GENERALIDADES ACERO DE REFUERZO

En este capítulo se especifican los requisitos que debe cumplir el Acero de refuerzo y la malla de alambre electrosoldada, incluyendo: suministro, manejo, transporte, almacenamiento, habilitado, corte, doblado, colocación, soporte, fijación y acabado. Las Normas o Especificaciones aplicables que se mencionan a continuación corresponden a la última edición o versión.

Reglamento o Norma	Título
ACI 318	Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary
ACI 315	Details and Detailing of Concrete Reinforcement
ACI 301-05	Specifications for Structural Concrete
ACI 117-90	Standard Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials
ACI 423.6-01	Specification for Unbonded Single Strand
ASTM A82-02	Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement
ASTM A184/A184M-01	Standard Specification for Welded Deformed Steel Bar Mats for Concrete Reinforcement
ASTM A185-02	Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete
ASTM A496-02	Standard Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement
ASTM A615/A615M	Standard Specification for Deformed and Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement
ASTM A722/A722M	Standard Specification for Uncoated High-Strength Steel Bars for Prestressing Concrete
ASTM A775M-04a	Steel Reinforcing Bars
ASTM A 370	Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

En caso de que las Normas, Reglamentos y/o Especificaciones Particulares sean revisados o modificados, deberá tomarse en cuenta la edición en vigor o la última edición vigente a la fecha del acto de presentación y apertura de proposiciones, salvo que la Comisión indique lo contrario.

5.2 ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo (varilla corrugada) es el elemento utilizado en el concreto para absorber los esfuerzos de tensión y flexión. El habilitado es el proceso mediante el cual se brindan las formas requeridas al acero de refuerzo conforme a los Planos de Proyecto. La colocación del acero de refuerzo consiste en la sujeción y distribución indicada en los Planos de Proyecto, para que posteriormente dicho acero quede sumergido en las estructuras de concreto.

Se debe utilizar acero de refuerzo $f_y = 412$ MPa (4 200 kg/cm²) y malla de alambre electrosoldada de $f_y = 515$ MPa (5 250 kg/cm²), que cumplan con las Normas DGN-B-252 Y ASTM A 185.

La verificación de la calidad del acero suministrado es responsabilidad del Contratista, por lo tanto, éste debe presentar a la Comisión el Certificado de calidad de cada uno de los lotes de acero que adquiera, el cual deberá ser expedido por el fabricante del acero o bien, presentar certificados de calidad de cada lote emitidos por un laboratorio certificado por la Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA), que cumpla con los lineamientos de confiabilidad, calidad y certeza preestablecidos. El certificado de calidad debe contener los ensayos físico-químicos de cada lote de acero de refuerzo que se utilice en la Obra.

Los ensayos se deben realizar de acuerdo con lo indicado en las Normas ASTM A-615 ó ASTM A-616 y ASTM 370. El certificado de calidad del acero deberá de ser verificado y conciliado con la Comisión, para garantizar la validez del documento y el ingreso del lote de acero al sitio de la Obra, para lograr lo anterior, será necesario realizar en forma conjunta la adecuada identificación de cada atado de acero que integre el referido lote. Si el Contratista no cuenta con el certificado de calidad, por ningún motivo el acero de refuerzo deberá utilizarse en la construcción de las Estructuras definitivas del Proyecto.

El reporte de pruebas físicas de laboratorio debe contener al menos la siguiente información.

1. Características de las muestras: Longitud, diámetro, espesor y peso de la muestra.
2. Ensaye a tensión: Área de la sección transversal, cargas correspondientes a los límites de fluencia y ruptura, esfuerzos correspondientes al límite de fluencia y la resistencia a tensión, alargamiento y clasificación (grado).
3. Doblado: Diámetro del mandril y ángulo de doblado. Se verifica el doblado a mandril a 90° y a 180° y el límite de fluencia debe corresponder al acero grado 65 o al que indique el proyecto ejecutivo
4. Corrugaciones: Espaciamiento, ancho y altura de las corrugaciones.

Todo el acero de refuerzo suministrado para la construcción de las Estructuras del Proyecto debe ser nuevo, libre de oxidación u otros materiales; si durante el proceso constructivo requiere limpiarse, en el caso de las estructuras que se construyen por alzadas, esto se realizará por medios manuales y/o mecánicos, los cuales pueden ser: chorro de arena, cepillo de alambre o pulidora con cerda de alambre, para cumplir con lo establecido en el Reglamento ACI 318.

Todo el acero de refuerzo debe ser suministrado por el Contratista quien es el responsable del suministro, transporte, almacenamiento adecuado, traslado al interior del proyecto, traspaleos, manejo, habilitado, colocación y fijación adecuada de acuerdo con lo establecido en el Reglamento ACI 318.

El acero de refuerzo debe almacenarse debidamente protegido contra la humedad, clasificándolo por diámetros y grados sobre plataformas, polines u otros soportes para evitar el contacto directo con el suelo. Los soportes no deben tener una separación mayor de 3,00 m entre sí; las condiciones de almacenamiento deben ser tales que se evite su deterioro por corrosión, contaminación (aceite, pintura, lodo) y maltrato.

5.2.1 Habilitado y colocación

El habilitado y colocación de todo el acero de refuerzo, incluyendo las mallas de alambre electrosoldada, se debe hacer de acuerdo a los Planos de Proyecto otorgados por la Comisión, sin que esto exima al Contratista de sus responsabilidades contractuales.

El Contratista debe llevar un registro de control de los suministros, que permitan identificar y rastrear la ubicación de cualquier lote de acero de refuerzo en el Proyecto y su disposición final. Dicha documentación deberá ser suministrada a la Comisión en el momento que la solicite.

Al momento de realizar cualquier colado de concreto, todo el acero de refuerzo instalado debe estar libre de óxido suelto o escamas, laminación, aceite, grasa, lodo, lechada u otros materiales que puedan evitar o reducir la adherencia del acero con el concreto. El Contratista deberá realizar la limpieza del acero de refuerzo a entera satisfacción de la Comisión, independientemente de la causa que origine el desperfecto.

Si la Supervisión lo considera necesario, el acero de refuerzo debe limpiarse por medios mecánicos y/o manuales, tales como chorro de arena, cepillo de alambre, pulidoras con cerdas de alambre o manualmente con el uso de cepillos con cerdas de alambre.

Los costos totales en que incurra el Contratista para llevar a efecto lo descrito, deberán quedar implícitos en los precios unitarios aplicables. La Comisión no hará reconocimiento en tiempo y costo por errores u omisiones del Contratista.

Cualquier modificación al diseño original emitido mediante Planos de Proyecto, propuesta por el Contratista, debe ser previamente revisada, autorizada y aprobada expresamente por la Comisión previo a su ejecución en campo.

La aprobación y autorización por parte de la Comisión de cualquiera de los cambios propuestos por el Contratista con respecto al Proyecto original, no será motivo o justificante para reclamaciones de ninguna especie ni representará sobrecosto alguno para la Comisión.

5.2.2 Corte y doblado

El acero de refuerzo y la malla de alambre electrosoldada debe ser cortado y doblado en taller o en campo, de acuerdo con lo indicado en el Reglamento ACI 318 y ACI 315.

5.2.3 Espaciamiento de las varillas

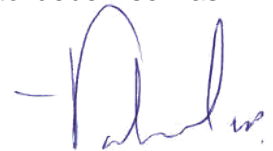
El espaciamiento de las varillas deberá corresponder a lo indicado en los Planos de Proyecto emitidos por la Comisión. Además, el Contratista debe cumplir con lo especificado en el reglamento ACI 318 en su capítulo correspondiente.

5.2.4 Recubrimiento del acero de refuerzo

El recubrimiento de todo el acero de refuerzo principal debe cumplir con las dimensiones indicadas en los Planos; si no se indica, el Contratista debe aplicar lo recomendado en el reglamento ACI 318.

Los recubrimientos del acero de refuerzo señalados en los Planos de Proyecto indican la distancia libre del borde del refuerzo a la superficie de concreto terminado. En estribos, barras espaciadoras y refuerzo secundario adicional, el recubrimiento de concreto puede estar reducido por el diámetro de estas barras; las tolerancias en los diversos recubrimientos que señale el Proyecto deben ser las siguientes:

En recubrimiento de	3,5 cm	±	4 mm
En recubrimiento de	5 cm	±	6 mm
En recubrimiento de	7,5 cm	±	10 mm



5.2.5 Empalmes

A menos que se muestre o especifique otra cosa en los Planos de Proyecto, todos los empalmes y su localización, ya sean soldados a tope o traslapados, la colocación y empotramiento del refuerzo deben cumplir con los requisitos que indica el reglamento ACI 318 y ACI 315.

Los extremos traslapados de las varillas deben estar en contacto y amarrados firmemente con alambre recocado, el cual debe cumplir con las Normas ASTM A82 y ASTM 370. Todas las varillas mayores del número 8 deben estar unidas a tope por medio de conectores del tipo especificado en el

ACI 318 y ACI 315, o unión mediante soldadura a tope por personal calificado; en caso de utilizar esta última, se debe cumplir además del ACI 318, con el Structural Welding Code Reinforcing Steel (AWS D1.4).

Un empalme mecánico completo debe desarrollar en tensión o compresión, según sea requerido, al menos el 25% más de la resistencia a tensión de la barra. La longitud mínima del empalme clase A o B debe cumplir con lo que se indica en el ACI 318 y ACI 315.

Para el caso donde se utilicen conectores roscados, se deberá garantizar la adecuada colocación de los mismos de manera que queden repartidos los hilos de cuerda de manera equivalente en cada barra para garantizar la adecuada distribución de los esfuerzos y la conexión. El Contratista deberá detallar en el Procedimiento constructivo la forma en que se colocarán los conectores mecánicos y las pruebas que demuestren que cumplen con la resistencia especificada para la aceptación y autorización por parte de la Comisión.

Las hojas o tramos de malla de refuerzo se deben empalmar traslapando los extremos no menos de 20 cm como lo indica el ACI 318; amarrándolos firmemente con alambre o por medio de grapas de fabricación estándar.

5.2.5.1 Alambre recocido

El alambre recocido debe cumplir con la norma ASTM 82 y ASTM 370, el diámetro nominal no deberá ser menor a 2,03 mm alambre W0.5 o lo que indique la Comisión.

Tabla 1. ASTM A82

TABLE 1 Tension Test Requirements	
Tensile strength, min, MPa [ksi]	550 [80]
Yield strength, min, MPa [ksi]	485 [70]
Reduction of area, min, %	30 ^A
^A For material testing over 690 MPa [100 ksi] tensile strength, the reduction of area shall be not less than 25 %.	

5.2.6 Fijadores de refuerzo

Todo el acero de refuerzo debe ser asegurado en su lugar por medio de silletas, espaciadores, varillas (estructuras auxiliares), tirantes de alambón o alambre recocido trenzado, a fin de mantener el acero de refuerzo en su lugar definitivo durante el proceso de colocación del concreto y el fraguado del mismo, de manera que no queden expuestos o contribuyan de alguna forma a disminuir el recubrimiento del acero de refuerzo, provocar manchas, fisuramientos, abocardado o deterioro del concreto. Los separadores que se elaboren de concreto, deben ser fabricados con mezcla de f'c similar al concreto a colocar en la Estructura del Proyecto de que se trate. Así mismo, cuando estén

compuestos por acero de refuerzo, alambón o alambre, deben cumplir con lo especificado en el apartado 5.2.4.

5.2.7 Malla de alambre electrosoldada

Es obligación del Contratista suministrar la malla Electrosoldada que indique el Proyecto y contenga las características de calibre, separación, f'y, etc; el Contratista deberá prestar atención al almacenamiento y protección adecuada para evitar deterioro y oxidación. Es responsabilidad del contratista garantizar el suministro suficiente para evitar atrasos en el proceso de construcción. En el caso de fallas del Contratista en el suministro de la malla electrosoldada o bien para permitir facilidad y celeridad en la ejecución de los trabajos, el Contratista solicitará autorización por escrito para sustituir al material ordenado en el Proyecto y la Comisión revisará y autorizará la citada petición si y solo si esta modificación no implica disminución en la calidad de los trabajos y no represente sobrecosto alguno para la Comisión; por lo cual, el pago de los trabajos se hará conforme al precio unitario establecido y firmado entre Las Partes en el Catálogo de Conceptos.

La malla deberá fijarse al talud mediante clavos de impacto de 1 ½" con arandela tipo Hilti o Similar de igual o mejor calidad; donde la superficie sea muy irregular se deberá cerrar el patrón de distribución de los clavos de impacto para garantizar que la malla queda adosada a la superficie del talud, o bien podrá utilizar anclas colocadas en la primera capa de concreto lanzado que sirvan para fijar adecuadamente la malla de acuerdo a lo especificado. En el caso de fallas del Contratista en el suministro de los insumos para sujeción y fijación de la malla o bien para permitir facilidad y celeridad en la ejecución de los trabajos, el Contratista solicitará autorización por escrito para sustituir al material ordenado en el Proyecto y la Comisión revisará y autorizará la citada petición si y solo si: a).- La malla se fija en las placas de las anclas o con tramos de varilla del No. 4 y 80 cm de longitud, en un patrón de 150 x 150 cm, el Contratista debe barrenar, colocar las varillas mencionadas e inyectarlas con mortero para formar o completar el patrón especificado. b).- La malla se fija a la capa anterior de concreto lanzado mediante ganchos adaptados procedentes de la misma malla, c).- Esta modificación no implica disminución en la calidad de los trabajos y no represente sobrecosto alguno para la Comisión; por lo cual, el pago de los trabajos se hará conforme al precio unitario establecido y firmado entre Las Partes en el Catálogo de Conceptos.

5.2.8 Acero de alta resistencia

Para la colocación de acero de alta resistencia en las estructuras del proyecto que lo requieran, el Contratista debe cumplir con lo especificado en la Norma ASTM A6 "STANDARD SPECIFICATION FOR GENERAL REQUIREMENTS FOR ROLLED STRUCTURAL STEEL BARS, PLATES, SHAPES, AND SHEET PILING".

En la tabla siguiente se indican de manera enunciativa más no limitativa las Normas y Reglamentos aplicables al acero de alta resistencia que se utilizará en el proyecto.

Reglamento o Norma	Título	Resistencia a la Tensión (Mpa)	Resistencia Mínima a la Fluencia (Mpa)
ASTM A722 (Pretensado)	Standard Specification for Uncoated High-Strength Steel Bars for Prestressing Concrete.	Fy = 0,80Fu	Fu = 1 035
ASTM A572	Details and Detailing of Concrete Reinforcement.	Fy = 290 hasta 450	-
ASTM A514 (Placas)	Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.	Fy = 760	Fu = 690 MPa

5.3 GENERALIDADES ACERO ESTRUCTURAL

En este capítulo se especifican los requisitos que debe cumplir el Acero estructural del cual el Contratista es el responsable del diseño de taller, la fabricación, suministro de materiales, herramientas especiales, embalaje, embarque, manejo, almacenamiento, transporte de equipo y materiales al sitio, montaje, supervisión del montaje, pruebas en sitio, recubrimientos anticorrosivos y pintura de acabado, puesta en servicio y supervisión de la puesta en servicio. La ejecución de los trabajos deberá incluir limpieza diaria parcial y/o total del área de trabajo y del acero las veces que sea necesaria; acarreo horizontales y verticales que sean necesarios hasta el sitio para carga de las unidades de transporte, cargas y acarreo al banco de desperdicio autorizado por la Comisión.

El suministro debe ser completo e incluirá todos los equipos auxiliares, instrumentos y accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento, aun cuando estos no se mencionen en estas Especificaciones.

Todos los materiales y componentes usados en el diseño de taller y fabricación de los elementos de acero estructural deben cumplir con los códigos y Normas que los rigen. Se deben tomar en cuenta las condiciones ambientales y de servicio a los que va a estar sometido el equipo para lo cual se deben observar estas Especificaciones.

5.4 ACERO ESTRUCTURAL

El Contratista es responsable del suministro, fabricación, transportación, habilitado y colocación del acero estructural que se requiera en el proyecto. Se deben colocar placas de acero y perfiles

laminados o formados por placas ASTM A-572 ($F_y=3515 \text{ kgf/cm}^2$), o el indicado en los Planos de Proyecto.

Los elementos y construcciones a base de acero estructural en cualquier sitio del Proyecto, se norman con base en lo descrito en la Especificación CFE JA100-04 y CFE JA100-51, salvo indicación expresa de la Supervisión.

5.5 NORMAS APLICABLES

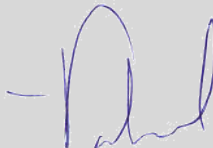
En las tablas 2 y 3 se indican de manera enunciativa más no limitativa las Normas y Reglamentos aplicables.

Tabla 2. Normas y Reglamentos Aplicables

Código	Título
CFE JA100-04	Estructuras de Acero
CFE JA100-51	Suministro y Montaje de Estructuras de Acero
CFE D8500-01-1986	Guía para la selección y Aplicación de Recubrimiento anticorrosivo
CFE D8500-01, 02, 03	Recubrimientos Anticorrosivos
CFE L0000-11	Empaque, Embarque, Recepción, Manejo y almacenamiento de Bienes
CFE AMAB4-1304	Procedimiento para Calificación de Habilidad de Soldadura mediante Examen Radiográfico
CFE DTAB4-1317	Procedimiento para Calificación de Habilidad de Soldadura mediante Prueba Mecánica
NOM-J-151	Productos de Hierro y Acero Galvanizado por Inmersión en Caliente
AISC S 326	Specification for the Design, Fabrication and Erection for Structural Steel for Buildings
AWS D1.1	Structural Welding Code
AWS A 5.17	Carbon Steel Electrodes and Fluxes for Sumerged Arc-Welding, Specification
AWS A 5.5	Low-Alloy Steel Coverd Arc Welding Electrodes, Specification
ASCE 7-10	Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

AISC	American Institute of Steel Construction
IMCA	Instituto Mexicano de Construcción en Acero
ASCE	American Society of Civil Engineers
ANSI	American National Standards Institute

Tabla 3. Normas ASTM aplicables de acuerdo al uso

Código	Título
ASTM A-36	<ul style="list-style-type: none"> • Placas de conexión • Anclajes de barras redondas lisas (OS) y perfiles (LI) • Cuerdas superiores e Inferiores de armaduras (LI) • Montantes y Diagonales de Armaduras (LI) • Largueros tipo Joist (OS ó LI) • Contravientos de Cubiertas (OS)
ASTM A529 G50	<ul style="list-style-type: none"> • Placas de hasta 1" de espesor (Placas de conexión, placas base, cartabones, etc) • Canales (CE) pequeños utilizados para alfardas de escaleras y conexiones de postes de viento • Cuerdas de armaduras de (LI) • Montantes y Diagonales (LI) • Contravientos Laterales (LI)
ASTM A572 G50	<ul style="list-style-type: none"> • Placas hasta 4" • Vigas principales tipo (IR) • Vigas secundarias tipo (IR) • Columnas de perfiles tipo (IR) • Anillos en lumbreras • Mezzanines • Marcos Metálicos 
ASTM A709	<ul style="list-style-type: none"> • Puentes • Torres de Transmisión
ASTM A992	<ul style="list-style-type: none"> • Vigas (IR) • Columnas (IR) • Mezzanines (IR) • Postes de viento (IR) • Espectaculares (IR) • Trabes de Grúas • Marcos Metálicos

Código	Título
ASTM A53	<ul style="list-style-type: none"> • Tubos estructurales
ASTM A500	<ul style="list-style-type: none"> • Columnas de secciones huecas cuadradas (HSS u OR) • Columnas de secciones huecas circulares (OC) • Columnas de secciones huecas rectangulares (HSS u OR)
ASTM 501	<ul style="list-style-type: none"> • Bastidores (PTR u OR) • Bases de tanques de gas, de agua, etc. (PTR u OR)

En caso de que las Normas, Reglamentos y Especificaciones particulares sean revisados o modificados, aplicará la última edición vigente a la fecha del acto de presentación y apertura de proposiciones.

5.6 ALCANCE

Estas Especificaciones proporcionan al Concursante la información necesaria para presentar su mejor propuesta técnica y económica. La información proporcionada es con carácter enunciativo más no limitativo y es responsabilidad del Concursante recabar por sus propios medios la información adicional que considere pertinente para la preparación de su propuesta técnico - económica, de lo cual es el único responsable.

a) Planos de taller

Salvo indicación en contrario, el Contratista deberá presentar a la Comisión para su aprobación, los planos de taller correspondientes antes de iniciar la fabricación. Dicha aprobación se referirá únicamente a la interpretación correcta que el fabricante haya dado a los Planos de Proyecto, quedando bajo su exclusiva responsabilidad la fabricación de las piezas. Los planos de taller se sujetarán a lo especificado en el Proyecto y/o indicado por la Comisión, además deberán contener detalles específicos de cada pieza tales como medidas exactas al corte, acotaciones en mm, desglose de sus partes y su peso, cantidad de piezas que se requieren identificación de piezas por clave y tipo de acuerdo con el montaje.

Los dibujos deben marcar la diferencia entre soldaduras de taller o de campo. Los símbolos para soldadura deben ser aquellos que se especifican en el American Welding Society (AWS). Las condiciones especiales deben ser totalmente explicadas mediante notas y detalles. Se deberán indicar aquellas uniones en las cuales sea importante la secuencia de soldar, así como su técnica, para evitar los esfuerzos por contracción y distorsión.

A continuación, se establece una relación de los componentes, sistemas y servicios que integran el alcance del suministro, el cual es indicativo más no limitativo:

b) Estructuras de acero

Todos los materiales, mano de obra, uso de maquinaria y herramientas necesarias para la fabricación y montaje de las estructuras principales, plataformas, escaleras, partes fijas, y en general todo el acero misceláneo del Proyecto y que comprende de manera enunciativa más no limitativa los siguientes elementos:

- Anclajes y pernos
- Placa base de apoyo para columnas
- Columnas y perfiles laminados y formados con placas.
- Trabes, contraventeos, vigas o largueros de perfiles laminados o formados por placas.
- Perfiles laminados de ángulos y canales.
- Barandales de tubo, sección rectangular o perfiles laminados.
- Ménsulas formadas por placas.
- Marcos Metálicos.
- Placas de piso lisas o antiderrapantes.
- Escaleras y plataformas.
- Vigas para monorrieles.
- Ángulos, tés, separadores, clips y otros miembros de sujeción.
- Tornillos, tuercas y rondanas según Planos.
- Celosía para protecciones.
- Soldadura de taller.



c) Transporte

El transporte al sitio de la Obra es responsabilidad del Contratista, incluyendo las maniobras, el embarque, las cargas, descargas y el seguro correspondiente.

5.7 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Todos los materiales utilizados en la fabricación de Estructuras de acero deben de ser nuevos y cumplir con los requerimientos de las Normas mencionadas en el apartado 5.5.

a) Placas y Perfiles Laminados

Deben ser de acero estructural que cumpla con la norma ASTM A-36 o lo indicado en los Planos de Proyecto. Las placas con espesor mayor a 4" deberán cumplir con la Norma ASTM A-572 grado 50, o lo señalado en los Planos de Proyecto.

Tabla 4. Materiales

Material	ASTM Designation
STEEL RIVETS	A-502, Grade 1
BOLTS	A-307, Grade A o F 568M, Class 4.6
HIGH-STRENGTH BOLTS	A-325 o A-325M
STEEL NUTS	A-563 o A-563M
CAST STEEL	A-27/A 27M, Grade 65-35 [450-240]
FORGINGS (CARBON STEEL)	A-668, Class D
HOT-ROLLED SHEETS AND STRIP	A-1011/A 1011M, SS Grade 36[250] Type 1 o Type 2 o A-1018/A 1018M SS Grade 36[250]
COLD-FORMED TUBING	A-500, Grade B
HOT-FORMED TUBING	A-501
ANCHOR BOLTS	F-1554

b) Anillos Metálicos

Los anillos en lumbreras deben cumplir con los materiales indicados en los Planos de Proyecto, tanto para el perfil como para las placas de conexión y tornillos.

c) Tubos

Deben ser grado B conforme a la Norma ASTM A-53 o lo señalado en los Planos de Proyecto.

d) Tornillos y Pernos

Los tornillos y pernos deberán ser de alta resistencia y deben cumplir con la Norma ASTM A-325 para estructuras metálica convencional y ASTM A490 para Puentes o elementos que hagan la función de puente. Los tornillos y tuercas deben ser hexagonales pesados y de dimensiones nominales de acuerdo a la Norma ANSI B-18.2.1. Las rondanas circulares y cuadradas o rectangulares de cuña

deben cumplir con las dimensiones mostradas en la tabla 1 de la Norma ASTM A-325 o ASTM A-490. Los tornillos y pernos para conexiones por aplastamiento deben cumplir con la Norma ASTM A-325.

e) Conectores

Los conectores de diseño alternos deben cumplir con los requisitos de la especificación ASTM F1852: ensambles tornillo/tuerca/roldana para control estructural de tensión del tipo desenrosque.

f) Barandales

Deben ser de tubo de acero al carbón conforme a la Norma ASTM A-53B. Cuando éstos se instalen a la intemperie y deben galvanizarse, este procedimiento se debe realizar mediante el sistema de inmersión en caliente (NOM J151). El método de unir los barandales y su forma de sujeción a los postes debe ser revisado y aceptado por la Comisión. Todos los bordes ásperos y las rebabas se deben eliminar para dar a las conexiones un acabado uniforme.

g) Pisos de Placa Antiderrapante

Deben ser tipo realzado (antiderrapante), de acero estructural que cumpla la Norma ASTM A529 G50. En los escalones de escaleras se deberá proveer una lámina tapa antiderrapante que cumpla con ASTM A-36.

Cuando los pisos se instalen en lugares a la intemperie y los Planos o la Comisión indique que deben galvanizarse, este procedimiento se debe realizar mediante el sistema por inmersión caliente (NOM J151).

Se debe dar a la pieza un acabado, eliminando antes de aplicar la última capa todas las rebabas, costras de soldadura, zinc, polvo y cualquier otro material ajeno al acero. Los paneles de piso deben ser desmontables, con separaciones o ranuras alrededor de tubos u obstrucciones de cables.

Las uniones entre los paneles de piso se deben soportar en soleras o ángulos de acero estructural, perforados y roscados para dar cabida a tornillos de fijación, en los lugares donde no se haya previsto otra cosa. Dichos soportes se deben sujetar con soldaduras de filete de 5 mm al lado inferior de los paneles adjuntos. Las holguras de levantamiento para las uniones de piso no deben ser inferiores a 1,5 mm ni mayores a 5 mm. La holgura entre los tubos y los cables que pasen por la plataforma o piso debe ser aproximadamente de 25 milímetros.

h) Pisos de Rejilla de Acero Electroforjado

Los paneles de piso se deben ajustar con grapas a la estructura o interconectados de tal manera que cada panel individual esté sostenido con un mínimo de cuatro pernos, de tal manera que los paneles adjuntos permanezcan firmemente asegurados en caso de quitar alguna sección. Se debe tener la

posibilidad de quitar secciones de piso sin perturbar tubería alguna que pase a través de la plataforma y/o el piso. Los paneles deben ser acabados de tal manera que no queden bordes expuestos del piso de rejilla; cuando sea necesario, se deben dejar holguras para el paso de tubos, cables y otros conductos. Todas las secciones que forman un piso deben coincidir y no sobresalir del nivel de la cubierta terminada.

i) Lámina de Acero

Debe cumplir con las Normas ASTM A-631, ASTM A-446, ASTM A-755, grado A, galvanizado por inmersión en caliente con una capa tipo regular G-90 equivalente a 275 g/m² (0,90 onzas/ft²) en ambas caras conforme a la norma ASTM A-525. El calibre no debe ser menor de 24 USG.

La deflexión máxima permisible de lámina no deberá exceder de L/240, siendo L la longitud del claro. Las dimensiones de la lámina deben resistir cuando menos las presiones indicadas en la Tabla 2 y 2A de la especificación CFE-OMURO-31.

El material aislante térmico puede ser poliestireno expandido o poliuretano espumado. Los canalones deber ser de lámina lisa de acero del calibre indicado en Planos de Proyecto y no menor que 18 USG. El sistema de fijación puede ser con gancho roscado, pija autorroscante y clavo de baja velocidad, todos, con acabado galvanizado. En las láminas acanaladas los traslapes longitudinales deben ser de una onda completa (una cresta y un valle). Los traslapes transversales en todos los casos deben ser de 15 cm como mínimo y deben hacerse sobre apoyos. El sentido de colocación de lámina debe ser de abajo hacia arriba; los extremos de las láminas deben quedar alineados. La lámina en muros debe quedar a plomo. Los cortes en las láminas se deben hacer por medio de maquinaria. No Hacerse con soplete, arco eléctrico o golpeándolas.

j) Recubrimientos anticorrosivos

La protección anticorrosiva de las superficies metálicas expuestas a diferentes ambientes se debe realizar de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones CFE D8500-01, CFE D8500-02 y CFE D8500-03 última versión.

Para el caso particular de los elementos del marco metálico únicamente es requerido el recubrimiento primario, además el Contratista deberá prever la protección resistente al fuego, en las zonas cercanas al manto de carbón o donde se detecte concentraciones de gas metano (CH₄).

k) Electrodo para Soldadura

Los electrodos deben cumplir con la Norma AWS A-5.1 y AWS A-5.5 cuando se use soldadura manual de arco protegido, y AWS A-5.17 cuando se use soldadura de arco sumergido.

I) Detalles de fabricación

El Contratista debe indicar todas las perforaciones necesarias de acuerdo al Proyecto. Las columnas deben ser maquinadas para su unión con la placa base. El acabado de la superficie de las placas base se debe hacer de acuerdo con la sección 1.21.3 del AISC-S-302.

La sustitución de secciones o modificaciones de detalles de diseño se puede realizar únicamente con la aceptación escrita de la Comisión. Cualquier error en el detallado y fabricación de las piezas, y que represente trabajo extra para su montaje en el campo y rediseño en gabinete es responsabilidad total del Contratista, quien debe cubrir el importe del costo de las correcciones necesarias a las piezas por errores de fabricación, así como por la reposición de piezas mal fabricadas.

Todas las conexiones se deben realizar de acuerdo con los planos de diseño. Todas las conexiones de taller para los elementos que lo requieran se deben soldar conforme a lo indicado en los Planos de diseño.

En todas las conexiones de campo y montaje, se deben usar tornillos de alta resistencia de acuerdo a lo especificado en el inciso d) de esta sección, y de acuerdo a lo indicado en los planos de diseño.

Los tornillos ASTM A-307 pueden usarse en conexiones de largueros, escaleras y plataformas, a menos que la Comisión indique lo contrario.

Las conexiones soldadas en campo solo se permiten si son indicadas en los planos de diseño o cuando exista autorización escrita por parte de la Comisión.

Las conexiones con tornillos de alta resistencia deben ser del tipo conexión por aplastamiento en la cual la rosca puede quedar en el plano de corte, a menos que se indique lo contrario en los planos de diseño.

Todas las conexiones con tornillos de alta resistencia ASTM A-325 se deben hacer con el método de tensión controlada, de acuerdo a la sección 5 del AISC-S-302.

Los tornillos deben instalarse con una rondana de presión. Deberá seguirse lo establecido en AISC mediante el RCSC (Research Council on Structural Connections) en cuanto a la instalación que depende del torque para control o inspección. Deberán utilizarse roldanas endurecidas bajo el elemento atornillado, para el caso de los métodos de pretensado basados en torques, pretensado de llave calibrada y pretensado con tornillo especial de control de tensión del tipo desenrosque.

Todas las superficies de las conexiones, incluyendo las adyacentes a los tornillos, tuercas y rondanas deben estar libres de cualquier rugosidad, suciedad y materias extrañas que eviten la unión adecuada de las partes.

m) Soldadura

Se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el diseño ejecutivo y de preferencia en taller.

Los procedimientos de soldadura deben cumplir con la norma AWS D1.1 secciones 2, 3, y 4.

Todas las soldaduras deben hacerlas soldadores calificados conforme a la norma AWS D1.1 y a los procedimientos CFE DTAB 4-1317 y CFE AMAB 4-1304.

Todas las soldaduras deben ser de ancho y tamaño uniforme en toda su longitud. Cada cordón de soldadura debe tener una superficie lisa y libre de escorias, poros, grietas y socavados, debiendo quedar unida en forma solidaria y homogénea al metal base y cordones adyacentes. Adicionalmente el cordón superior debe quedar liso y libre de rebordes o depresiones.

Las soldaduras a tope deben ser ligeramente convexas, de tamaño uniforme y penetración completa.

Las soldaduras de filete deben ser del tamaño especificado, con garganta completa y lados de tamaño uniforme.

El cincelado, esmerilado o reparación de cualquier soldadura se debe hacer sin que el espesor de metal base disminuya.

n) Erección y Ensamble en el Taller

El Contratista debe colocar y ensamblar en el taller el mayor número de piezas, conexiones y empalmes de los elementos estructurales, de tal manera que se reduzcan y simplifiquen los trabajos de conexión y montaje en el sitio de colocación, observando las siguientes limitaciones: dimensiones máximas de transporte, capacidad del equipo de montaje y posición de las juntas de montaje indicadas en el Proyecto.

o) Cortes y Acabados

Los extremos de las vigas, canales, ángulos, tubos y otros elementos que no estén en contacto con otros miembros estructurales deben cortarse en frío hasta adaptarse a las dimensiones indicadas en el Proyecto. Los cortes y las dimensiones de las piezas deben cumplir con las tolerancias establecidas en la Norma AISC-S-302.

Todas las perforaciones deben punzonarse o taladrarse de acuerdo con lo dispuesto en la sección 1.2.3.4 del AISC-S-302. En caso de taladrar perforaciones a través de dos o más partes desmontables, deben separarse para quitar las rebabas.

p) Identificación

El acero debe estamparse o marcarse con número o letra de golpe para fines de identificación.

El Contratista debe suministrar la mano de obra y útiles necesarios para la marcación. La marcación debe realizarse de acuerdo con lo indicado en el Proyecto.

De conformidad con el Proyecto, cada una de las piezas de la estructura de acero debe marcarse con un número de golpe, de tamaño no menor de 15 mm en un extremo y circulado con pintura.

Inmediatamente después de que se haya aplicado el acabado primario se marca con pintura en el extremo opuesto y lado contrario. Las marcas deben colocarse de manera que faciliten la identificación de las piezas durante el montaje en el sitio.

Cada una de las piezas pequeñas debe llevar una etiqueta indestructible unida a la pieza por medio de alambre metálico, con la marca de la misma.

Adicionalmente, antes del embarque, todas las piezas deben contener las siglas que identifiquen la obra. Todas las piezas deben estar marcadas con claridad, de acuerdo con el dibujo que proporcione el Contratista para facilitar su identificación y colocación.

q) Empaque, Embarque, Recepción, Manejo y Almacenamiento

Se debe cumplir con lo indicado en la especificación CFE L0000-11.

Los pisos y tapas de rejilla deben estar protegidos durante su transporte por medio de rejas de madera y elementos apropiados como pernos y grapas, además de ser empacados y rotulados apropiadamente.

Para el transporte de las estructuras, el Contratista debe tomar en cuenta las capacidades en masa y dimensiones de las plataformas de ferrocarril y terrestres, así como los gálibos existentes en la ruta, para proponer la manera más conveniente de embarcar los elementos estructurales o piezas parcialmente fabricadas, garantizando realizar el transporte en forma segura y oportuna.

Las piezas de cada lote se deben sujetar entre sí y protegerse, asegurando rigidez suficiente para evitar deformaciones, daños y pérdidas durante el transporte.

Cualquier material con riesgo de perderse se debe enviar en paquetes o cajas cerradas y marcadas para su identificación.

Cualquier desarreglo de la estructura que se origine por falta de precaución del embarque debe ser reparado con cargo al Contratista.

5.8 CONTROL DE CALIDAD

5.8.1 Generalidades

La Comisión se reserva el derecho de revisar el material y trabajo. El Contratista debe notificar con suficiente anticipación las fechas de fabricación de cualquier elemento estructural en el taller para que la Comisión programe visitas de inspección si así lo considera necesario.

El Contratista se obliga a proporcionar a la Comisión todas las facilidades que le permitan cerciorarse de que los materiales y las pruebas a que se sujetan son satisfactorias para los requisitos especificados.

Cuando la Comisión lo requiera, el Contratista a su cargo se debe efectuar las pruebas que aclaren cualquier caso dudoso y debe proporcionar tres copias de los resultados de dichas pruebas a la Comisión con sus respectivos informes. Comisión debe recibir tres copias certificadas de las pruebas realizadas en la planta laminadora para determinar las propiedades físicas y químicas del acero que se utiliza en la fabricación de los elementos estructurales, así como copias de certificados de calidad de otros materiales, de conformidad con las especificaciones que las rigen.

El Contratista debe entregar a la Comisión tres copias de los dibujos de taller y montaje revisados y aceptados por la Comisión, con la anticipación necesaria, para que ésta realice su labor de inspección y certifique el apego al Proyecto, sin que esto exima al Contratista de sus responsabilidades contractuales; obligándose el Contratista a informar en tiempo y forma a la Comisión sobre las modificaciones más recientes a dichos dibujos.

Los informes sobre todas las pruebas realizadas por el Contratista, así como los informes de avance y algunos otros semejantes que se envían a la Comisión, deben redactarse en idioma español. Además debe incluir nombres y cargos de los responsables del diseño, pruebas o fabricación, así como de los responsables de la aprobación por parte de la Comisión.

La Comisión se reserva el derecho de rechazar todos los materiales que no cumplan con lo establecido en esta Especificación.

5.8.2 Pruebas

Se deben efectuar las pruebas en la planta laminadora para la determinación de las propiedades físicas y químicas del acero utilizado en el trabajo.

Previo al embarque, se deben montar temporalmente en el taller del Contratista para revisar la precisión del trabajo, los largueros, columnas y partes principales de la estructura de acero, a fin de que sean aceptados por la Comisión.

Antes de efectuar el embarque de los diferentes componentes de la estructura, deben someterse a la inspección especificada. Comisión puede intervenir cuando sea necesario, a juicio de la misma, durante los procesos de fabricación y pruebas. Cualquier excepción a este procedimiento sólo es válida si es solicitada por el Contratista y aceptada por escrito por la Comisión.

Las pruebas de calificación de las soldaduras deben sujetarse a lo establecido en la norma AWS D1.1, con excepción de la soldadura de arco metálico que debe cumplir con la norma AWS B.10. Los resultados de las pruebas de calificación deben estar a disposición de la Comisión.

Comisión puede exigir la repetición de las pruebas de calificación de cualquier soldador, cuando a juicio de la misma el trabajo de dicho soldador sea de calidad dudosa.

Todas las soldaduras de placas de espesor mayor o igual a 24,5 mm que trabajan a tensión o de miembros principales, deben someterse a pruebas de ensayo no destructivos del tipo radiográfico, ultrasónico o de partículas magnéticas, según lo especifique Comisión.

Cuando así lo requiera la Comisión, se pueden seleccionar algunas soldaduras con el fin de hacer las pruebas necesarias, y de no ser satisfactorias, el muestreo debe aumentar y las soldaduras deben ser retiradas y repuestas a satisfacción de la Comisión. Todos los costos de reparación y pruebas son a cargo del Contratista.

El Contratista debe ajustar las operaciones de instalación para permitir que la Comisión realice los trabajos de verificación con un mínimo de interferencias.

La presencia de inspectores de la Comisión durante la ejecución de algún trabajo no libera al Contratista de la responsabilidad de realizarlo de acuerdo a los dibujos de diseño y esta Especificación, ni de cualquier otra obligación establecida en el Contrato.

5.8.3 Aceptación

La Comisión se reserva el derecho de rechazar cualquier trabajo que presente errores de fabricación o de ordenar que se realicen las correcciones necesarias. El costo de dichas correcciones será a cuenta del Contratista.

La Comisión aceptará la estructura en forma definitiva siempre que el Contratista la fabrique en la misma secuencia que requiere su instalación final en el sitio, es decir, como se estipula en el programa de montaje, y que cada embarque contenga todos los accesorios indispensables para la correcta instalación de las porciones de la estructura incluidas en el embarque. Por cada lote, el Contratista debe enviar una lista detallada de su contenido, las cuales deben ser verificadas y firmadas por Comisión.



La estructura y sus accesorios no serán aceptados hasta que se efectúe su montaje, exista aceptación por escrito de: atornillado, soldaduras y aceptación por escrito respecto a las pruebas de carga de servicio de la estructura terminada de que se trate.

Las entregas realizadas por el Contratista a la Comisión tienen que estar de acuerdo con el programa de fabricación establecido.

5.8.4 Dibujos de Taller y Montaje

En caso de discrepancias entre los Planos de diseño y estas Especificaciones, regirán los Planos de diseño entregados por la Comisión. Las dimensiones contenidas en los Planos de diseño no se deben tomar a escala y cualquier cambio en los detalles sólo es permitido mediante previa aprobación y autorización escrita de la Comisión. La aprobación y autorización por parte de la Comisión de cualquiera de los cambios propuestos por el Contratista con respecto a los de su propuesta original, no será motivo o justificante para reclamaciones de ninguna especie ni representará sobre costo alguno para la Comisión.

5.8.5 Planos de Taller

El Contratista deberá proporcionar a la Comisión lo siguiente:

- Planos de taller en los que se incluyan los detalles de fabricación de todos los miembros y sus conexiones.
- Lista de materiales a emplear durante todos los procesos.
- Planos de localización de anclas y bases de columnas basados en los Planos de diseño proporcionados por la Comisión.

El envío de los Planos de taller y montaje por parte del Contratista para que sean revisados y aprobados por la Comisión, debe seguir el procedimiento establecido en el Pliego de Requisitos.

5.8.6 Planos de Montaje

Los planos de detalle del montaje de la Estructura deben ser preparados por el Contratista. Estos planos deben mostrar las marcas que se deben utilizar para cada elemento de la Estructura.

Es responsabilidad total del Contratista verificar interferencias con otras Estructuras o maniobras de construcción antes del montaje, durante el montaje y posterior al montaje. Los planos de taller y montaje deben llevar el sello de aprobación de la Comisión antes de efectuar cualquier montaje. La aprobación y autorización por parte de la Comisión de cualquiera de los cambios propuestos por el

Contratista con respecto a los del Proyecto original, no será motivo o justificante para reclamaciones de ninguna especie ni representará sobrecosto alguno para la Comisión.

5.8.7 Supervisión y Montaje de la Estructura

El Contratista debe enviar a la Comisión para su revisión, aprobación y autorización los planos de montaje, el procedimiento propuesto para el montaje de la Estructura y todos los detalles relativos a cualquier trabajo temporal de apuntalamiento que considere necesario para ejecutar el trabajo de conformidad con sus dibujos.

El montaje de las Estructuras y elementos metálicos se debe efectuar de acuerdo con esta Especificación. Cuando no se contravengan con esta y/o a juicio de la Comisión se deberán aplicar las recomendaciones del AISC.

Antes de iniciar los trabajos de montaje, el Contratista debe informar a la Comisión los pormenores completos de los procedimientos de montaje que se proponga a seguir y debe proporcionar los planos con el tipo, capacidad y disposición de los equipos de montaje que se propone utilizar. El montaje no debe iniciarse hasta que la Comisión haya aprobado y autorizado por escrito, las propuestas del Contratista. Cualquier aprobación y/o autorización que emita la Comisión, no releva al Contratista de su responsabilidad por la seguridad o practicidad de los métodos y equipos de su proposición, ni de la ejecución de los trabajos los cuales deben ejecutarse de conformidad con los Planos y Especificaciones.

Antes de iniciar con el montaje de cualquier pieza metálica, madera, acabado, luminaria o concreto, el Contratista debe verificar la posición y los niveles de las mismas, debiendo reportar inmediatamente por escrito a la Comisión cualquier discrepancia encontrada.

Todos los materiales deben manipularse cuidadosamente para evitar torcedura, rotura o avería de partes, no se permite golpear con martillo o cualquier pieza pesada o de impacto, ya que se podría causar avería o torcimiento de los miembros. Si por cualquier razón se necesita modificar un miembro, se debe informar a la Comisión y obtener su aprobación al método de corrección propuesto antes de llevar acabo alguna modificación. Todas las conexiones de campo deben ser atornilladas, excepto en donde los Planos indiquen lo contrario. El ensamble de una pieza se debe efectuar en el piso con tornillos o soldadura de montaje; se alinea la pieza y posteriormente se atornilla.

Las estructuras deben montarse a plomo y perfectamente alineadas en los ejes indicados en los Planos teniendo cuidado de introducir puntales y/o contraventeos provisionales que se deban dejar todo el tiempo que lo demande la seguridad general y deben ser suministrados por el Contratista.

En los elementos estructurales que soportan equipo, la ubicación relativa de los agujeros para su fijación debe tener una tolerancia de 2 mm.

5.9 REQUISITOS DE SEGURIDAD

- a) El Contratista es responsable del cumplimiento total de la operación segura de rayos gama y rayos X. Se deben de tomar las medidas de protección del personal contra la exposición u excesiva radiación. El Contratista debe de enviar sus procedimientos de seguridad radiológica antes de realizar cualquier trabajo, para que Comisión los revise y apruebe en su caso.
- b) El contratista debe de proporcionar el personal, materiales y equipo para la inspección radiográfica de todas las soldaduras que la comisión le indique de la estructura. Las instalaciones de inspección radiográfica deben de estar en condiciones de asegurar soldaduras que cumplen con los requisitos establecidos en el código de referencia.
- La inspección deberá ser acompañada por un reporte, identificando los puntos de solución, mejoras y recomendaciones correspondientes, incluyendo cada una de las pruebas. Estos resultados deberán ser entregados a la Comisión. Dichos documentos serán parte del soporte documental para procedencia a pago. Invariablemente todas las pruebas también deben acompañarse de informe fotográfico.

