

ESPECIFICACIONES PARA EQUIPAMIENTOS DE ENERGIA SOLAR

VII.1: EL MÓDULO FOTOVOLTAICO (MFV)

Los módulos fotovoltaicos, independientemente de la tecnología fotovoltaica del que estén ensamblados, es el generador de potencia eléctrica básico que debe cumplir con lo siguiente:

- Ser nuevos.
- Estar contruidos de acuerdo con la Norma NMX-J-618/1-ANCE-2010 (IEC 61730-1) – Evaluación de la seguridad en módulos fotovoltaicos (FV)-Parte 1: Requisitos generales para construcción.
- Tener placa de identificación original indicando: especificaciones eléctricas, fabricante, marca, modelo, clase y número de serie.
- Los módulos pueden ser flexibles o rígidos; de cualquier tecnología fotovoltaica (silicio cristalino, silicio amorfo, telurio de cadmio, cobre-indio-galio-selenio, etc.). Si tienen marco metálico, este debe ser de aluminio anodizado. En caso de que el módulo este encapsulado en vidrio, éste debe ser del tipo templado.
- Si los módulos son de película delgada, deben satisfacer los requerimientos de la Norma NMX-J-618/3-ANCE-2012 (IEC 61646) - Evaluación de la seguridad en módulos fotovoltaicos (FV)-Parte 3: Requisitos para módulos fotovoltaicos de película delgada-Calificación del diseño (silicio amorfo, cobre-indio-galio-selenio y telurio de cadmio); o bien si son de silicio cristalino, deben satisfacer la NMXJ-618/4-ANCE-2012 (IEC 61215) - Evaluación de la seguridad en módulos fotovoltaicos (FV)-Parte 4: Requisitos para módulos fotovoltaicos de silicio cristalino-Calificación del diseño.
- Tener caja de conexiones para intemperie del tipo IP65 (a prueba de lluvia y polvo según norma IEC 60529), con las terminales de salida debidamente marcadas identificando la terminal negativa y la positiva. Si tiene cables de salida, estos deben tener las siguientes características certificadas por un laboratorio de prueba: a) Ser adecuados para intemperie marcados como resistentes a la luz solar, clase II. b) El calibre debe corresponder a la capacidad de conducción calculada en términos de la corriente de corto circuito del panel (1.56 la corriente de corto circuito del panel bajo condiciones normalizadas de prueba según Art. 690 de la NOM 001-SEDE 2012), c) Estar marcados identificando la terminal positiva y negativa. d) Tener conectores rápidos para intemperie con las siguientes características mínimas: sistema de bloqueo, tensión eléctrica de aislamiento mínimo 600 V, temperatura de operación hasta de 90°C, protección para el enchufado IP65 o superior, y estar certificados bajo estas características (por ejemplo, conectores del tipo MC4 o MC3) u otro equivalente.
- Si el marco del módulo es metálico, debe tener una indicación clara del sitio destinado para la puesta a tierra de este. La palabra TIERRA puede usarse con este propósito, o bien el símbolo.
- Los módulos de silicio cristalino deben tener diodos de paso dentro de la caja de conexiones para reducir el efecto de sombreado parcial los que deben ser provistos por el fabricante del módulo.
- Deben tener el certificado de conformidad de producto emitido por un Organismo Nacional de Certificación

acreditado en términos de la Ley LFMN (Ley Federal de Metrología y Normalización) y su reglamento. En caso de no existir infraestructura en el país, los módulos deben estar certificados por un organismo NCB (National Certification Body), miembro de IECEE, CB Scheme, así como el informe de pruebas emitido por un laboratorio (CBTL Certification Body Testing Laboratory) que sea acreditado bajo ISO/IEC 17025. La verificación del certificado será por medio de la página web www.iecee.org. (Ver Anexo 1 para el listado de los Laboratorios de Prueba CBTL que son reconocidos mundialmente, así como el listado de los Organismos de Certificación). → La placa de identificación debe tener el sello del organismo de certificación que certifica las características y seguridad del producto. En caso de carecer de sello, presentar el certificado de conformidad. → Ya que los SFV-IR se diseñan con voltajes mayores de 50 V y potencias mayores de 240 W, los módulos a instalar deben tener certificación Clase A para satisfacer los requerimientos de seguridad Clase II; y estar certificados como Clase C para riesgos de propagación de incendios.

VII.2: ESTRUCTURA

Será responsabilidad del proveedor que la estructura y la cimentación para el AFV sean diseñadas y construidas con materiales apropiados para evitar que, bajo condiciones de trabajo, presenten corrosión, deformaciones mecánicas, hundimientos, fallas de cimentación y problemas relacionados con la aerodinámica del arreglo. Se requiere que la estructura y cimentación tengan una vida útil de 20 años como mínimo. → La estructura debe cumplir con lo siguiente: a) Pueden ser fijas o con seguimiento solar (uno o dos ejes). b) Debe estar orientada tal que la “cara” o superficie activa de los módulos este hacia el sur verdadero $\pm 5^\circ$. Si por condiciones del sitio de instalación no se puede cumplir lo anterior, el proveedor debe entregar una memoria de cálculo del perfil mensual de generación de la energía durante un año. c) Ser de metal: aluminio anodizado o acero inoxidable, o bien, acero al carbón galvanizado en caliente o acero al carbón con un recubrimiento anticorrosivo y pintura acrílica anticorrosiva. d) En regiones de ambiente salino, la estructura debe de ser de aluminio anodizado o acero inoxidable. e) Puede contar con un sistema de ajuste $\pm 15^\circ$ de acuerdo a la latitud del lugar. → Para estructuras fijas, sin seguimiento, la inclinación del AFV debe ser igual a la Latitud del lugar $\pm 5^\circ$ que es considerado el ángulo de diseño que maximiza la energía producida al año. En caso contrario, el proveedor debe justificar el ángulo seleccionado y entregar una memoria de cálculo del perfil mensual de generación de la energía durante un año. → La estructura se puede instalar sobre el terreno (suelo o piso) ó sobre el techo o loza de una edificación. Para instalaciones sobre terreno se puede tener dos tipos de soportes: un solo punto de apoyo llamado tipo pedestal o poste; o varios puntos de apoyo. En ambos casos, los puntos de apoyo deben estar cimentados al piso o terreno, o techo. a) El soporte tipo pedestal puede estar enterrado y/o cimentado en el terreno, o bien tener una base metálica

para atornillarlo a una contra base con anclas roscadas embebidas en un “dado” o base de concreto armado cimentado en el terreno. En ambos casos, el diseño estructural debe ser tal que la estructura no sufra flexiones cuando es sometida a cargas de viento locales. El “proveedor” debe proporcionar la memoria de cálculo correspondiente acorde al Manual de Diseño de Obras civiles: Diseño por Viento 2008 CFE-IIIE. El pedestal puede ser de concreto armado ó metálico y estar diseñado para soportar la carga estática de la estructura y del AFV. La altura más baja del AFV no debe ser inferior a 1.60 m en su parte inferior referenciado al nivel del suelo. b) El soporte con varios puntos de apoyo es aquel en la que la estructura esta soportada sobre un terreno horizontal por lo menos con 4 “piernas”, las que pueden incluir bases para sujetarse al piso según el diseño civil de la cimentación de concreto correspondiente. La sujeción puede hacerse con “anclas” roscadas embebidas en concreto, taquetes metálicos de expansión con tornillos insertados en el concreto, u otro mecanismo que garantice la firmeza de sujeción de la base de la “pierna al piso o terreno”. La altura de la parte más baja del AFV, no debe ser inferior a 60 cm referenciado al nivel del terreno. La separación entre las “piernas” debe ser tal que los “largueros” que soportarán a los módulos no deben presentar flexiones superiores a 3 mm en ninguna dirección derivado de la carga estática producida por el peso de los módulos. c) Cuando el AFV se instale en una azotea de concreto armado con el techo horizontal, el “anclaje al techo” debe satisfacer lo especificado en el inciso (b). En todos los casos, el proveedor debe solicitar al usuario de la tecnología un estudio de resistencia mecánica que garantice que el techo o la estructura de la edificación no cederá a la carga estática producida por el peso de los módulos y la carga dinámica producida por la presión del viento sobre la geometría del AFV. d) Para techos inclinados orientados al sur verdadero, con un ángulo igual a la Latitud del lugar $\pm 5^\circ$, el “anclaje al techo” puede ser tal que las “piernas” de soporte hagan que la superficie del AFV sea paralela al techo y deben proveer una altura mínima de 10 cm respecto del nivel del mismo. para permitir la ventilación de los módulos. e) Para techos inclinados no orientados al sur verdadero, el “anclaje al techo” debe diseñarse de tal manera que la estructura quede orientada al sur verdadero e inclinada al ángulo de diseño. En caso contrario, el proveedor debe justificar el ángulo seleccionado y entregar una memoria de cálculo del perfil mensual de generación de la energía durante un año. — En todos los casos en que el techo de una edificación no sea de concreto armado, el “Proveedor” debe seleccionar el mejor sistema mecánico que permita sujetar firmemente las piernas del soporte a la estructura de la edificación correspondiente. La estructura debe de estar diseñada para soportar bajo condiciones de trabajo, corrosión, deformaciones mecánicas tanto estáticas como dinámicas con un anclaje que soporte cargas de viento de acuerdo a las características climatológicas del sitio de instalación (ver datos de velocidades de viento, según la localidad, proporcionados en el Manual de Diseño de obras civiles: Diseño por Viento 2008

CFE-IIE). → La estructura y colocación de los módulos debe diseñarse tal que un módulo no soporte cargas de viento superiores a los 2400 Pa.

VII.3: CABLES

El cableado debe realizarse de acuerdo a lo especificado en la Norma Internacional IEC 60364-4-41, IEC 60364-7-712 y cumplir con lo requerido en el Art. 690 y 705 de la Norma NOM 001-SEDE 2012 dentro del cual se destaca lo siguiente: → Todo el cable que se use en la instalación fotovoltaica debe ser de cobre, formado por alambres de cobre temple suave trenzados Clase B, con 7 alambres trenzados por conductor para cables calibre AWG #18 al #2, con 19 alambres trenzados por conductor para cables calibre AWG #1 al #4/0, y con 37 alambres trenzados por conductor para cables calibre #250 kcmil al #1000 kcmil. → El cable conductor debe tener aislante certificado para 600V o superior y contar con certificación NOM-063-SCFI vigente. → Todo cable conductor expuesto a la intemperie, además de satisfacer la Norma NOM-063-SCFI, debe estar certificado para ser expuesto a la radiación solar (resistentes a la luz solar como del tipo USE, UF, TWD-UV, grado solar o equivalente). → El cable conductor para los circuitos de la fuente fotovoltaica como de salida fotovoltaica en corriente directa preferentemente debe tener doble aislamiento para garantizar un aislamiento Clase II. (Vulcanel EP antillama Tipo RHH ò RHW-2; Vinanel THHN, THWN-2). → Para cables de sección transversal de 13 mm² o mayor (desde cable calibre #6 hacia secciones transversales más gruesas 4, 2, 1/0, etc), se puede usar cable de aluminio grado eléctrico de la serie AA 8000 según el Art 310.14 de la NOM 001 SEDE 2012, siempre que los conectores para la interconexión de los circuitos eléctricos sean del tipo CO/ALR; o bien, que tengan un recubierto metálico que permita la compatibilidad con conectores tradicionales de cobre tipo tornillo. Deben ser del tipo USE-2, RHH. RHHW-2 con aislamiento XLPE para intemperie. → No se acepta cable uso rudo en los circuitos del sistema fotovoltaico para el caso de estructuras para el AFV sin seguimiento solar, Para el caso de estructuras con seguimiento solar solo se acepta cable del tipo uso rudo en el circuito de salida de la fuente fotovoltaica hasta la caja de control si es que esta certificado para intemperie y con protección UV (cable tipo grado solar). → En los circuitos de la fuente y de salida fotovoltaica la ampacidad o capacidad de conducción de los conductores debe seleccionarse con un valor de 1.56 veces la corriente de corto circuito, I_{sc} , del módulo, panel o arreglo fotovoltaico (NOM-001 SEDE 2012, Art.690-8). → En el circuito de salida del inversor, la capacidad de conducción de los conductores debe seleccionarse con un valor de 1.25 veces la corriente a la potencia nominal del inversor. → Todo cable conductor que no sea para intemperie y que no sea resistente a la luz solar debe estar contenido en tubería conduit adecuada al tipo de instalación (interior o exterior) y a las condiciones ambientales. Puede ser del tipo flexible de aluminio con recubrimiento de PVC para intemperie del conocido como liquidtight (para longitudes máximas de 3 m) o rígida de PVC ó metálica galvanizada para más

de 3 m. — El tipo de cable conductor para el cableado en general, no expuesto a la intemperie, debe ser seleccionado con aislante a 90°C, por ejemplo del tipo THW-2, THWN-2, THHW-LS o equivalente. — Para temperaturas ambiente que excedan de 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe corregirse, reduciendo su valor, con los factores dados por la Tabla No. 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE 2012, que para referencia rápida se presenta en la siguiente tabla.

Temperatura ambiente (°C)	Factores de corrección basados en una temperatura ambiente de 30°C		
	No más de tres conductores monopolares aislados		
	Rango de temperatura del conductor		
	60°C	75°C	90°C
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.0	1.0	1.0
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76

INSTALACIÓN

VIII.1: LOS ACCESORIOS UTILIZADOS PARA LA INSTALACIÓN MECÁNICA DEBEN CUMPLIR CON LO SIGUIENTE:

Tornillos, tuercas, arandelas, rondanas y otros accesorios de fijación como las abrazaderas deben ser metálicos, de un material que no se oxide en el ambiente del sitio de instalación, de preferencia tropicalizados (recubrimiento con zinc y cromo) ó de acero inoxidable. En ambiente salino, deben ser de acero inoxidable.

VIII.2: LOS ACCESORIOS UTILIZADOS PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEBEN CUMPLIR CON LO SIGUIENTE:

El cuerpo, caja o material aislante de los artefactos eléctricos como el de los interruptores o desconectores, dispositivos de seguridad, porta fusibles, terminales de conexión, bus de conexión, accesorios metálicos, etc., que se usen para facilitar el cableado y/o conexiones eléctricas, debe ser de un material con aislamiento certificado para una tensión nominal de 600 V o superior y diseñados para una temperatura de trabajo de 75°C o mayor. — Todos los accesorios como conectores, terminales, etc., deben satisfacer el aislamiento a la temperatura de operación considerada, tolerancia a la corriente de falla en el método de cableado empleado y ser resistentes a los efectos del ambiente en el cual se usen según lo marca la NOM-001-

SEDE-2012 (art.690- 32). → Las cajas de conexión que se usen para contener empalmes de cables deben estar certificadas para sus usos requeridos (interiores o exteriores, según el caso). Si son para exteriores, las cajas deben ser del tipo IP65 o superior. → Las zapatas terminales o terminales de ojillo o espada que se usen para la conexión de cables en terminales deben ser de cobre estañado y estar certificadas para la capacidad de conducción de corriente del circuito al que pertenezcan. La zapata terminal debe “poncharse” al cable usando la herramienta adecuada para tal propósito. Se sugiere usar soldadura de estaño para garantizar un contacto adecuado entre el conductor y la zapata. No se aceptan uniones “aplastadas” mecánicamente entre las zapatas terminales y el cable conductor. → Las barras o bus de paralelismo lo mismo que la barra o bus de tierra deben ser de cobre estañado y se deben de proveer con agujeros y tornillos de opresión adecuados al calibre del cable que recibirán.

VIII.3: INSTALACIÓN DEL CABLEADO.

VIII.3.1.- Cableado entre módulos

→ Para módulos que no incluyen cables de conexión el instalador debe proveer el cable requerido según la Sección VII.3. a) Si la terminal de conexión no es del tipo con conectores de opresión por tornillo, la conexión eléctrica del cableado tanto en la configuración serie entre módulos ó para el cableado de salida, debe hacerse con zapatas terminales tipo ojillo. La unión entre la zapata terminal y el conductor debe hacerse con la herramienta adecuada para tal efecto, unión por opresión, no aplastada. b) En caso de que la terminal del módulo tenga conectores de opresión con tornillo, la conexión del cable en dicha terminal debe hacerse al par de apriete

(torque) recomendado por el fabricante del módulo o según valores recomendados en la tabla siguiente provista por la norma NMX-J-508-ANCE2010.

Diámetro nominal del tornillo (mm)	Par de apriete mínimo (Nm)	Par de apriete máximo (Nm)
Hasta 2,8	0,20	0,40
Mayor que 2,8 hasta 3,0	0,25	0,50
Mayor que 3,0 hasta 3,2	0,30	0,60
Mayor que 3,2 hasta 3,6	0,40	0,80
Mayor que 3,6 hasta 4,1	0,70	1,2
Mayor que 4,1 hasta 4,7	0,80	1,8
Mayor que 4,7 hasta 5,3	0,90	2,0
Mayores que 5,3	1,10	2,5 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Para diámetros del tornillo mayores que 5,3 mm puede aplicarse el par máximo que indique en el producto, instructivo o empaque.		

Para realizar las conexiones anteriores la punta del cable debe pelarse (eliminación de una porción del aislante que lo protege) una distancia igual a la distancia de penetración del cable tanto en la terminal de ojillo como en la terminal de opresión, según sea el caso. Para módulos que incluyan cables de conexión con conectores especiales (el más común es el MC 4) para su interconexión provistos por el fabricante, la conexión en serie entre ellos se hará conectando el “macho” de un módulo con la “hembra” del siguiente, y así sucesivamente hasta terminar la configuración, garantizando siempre que dichas conexiones se realicen tanto eléctrica como mecánicamente seguras. La conexión en paralelo de GFV's que tienen integrado cables con conectores debe hacerse en un bus metálico de paralelismo o de combinación usando los

tornillos de opresión para tal caso. — Las conexiones de los cables en las terminales deben soportar tensión mecánica, esto significa el “tirón de una persona adulta. — El cableado entre módulos debe sujetarse a la estructura metálica usando cinchos de amarre especiales para intemperie. — Los conductores de salida del módulo, panel o arreglo fotovoltaico, positivo y negativo deben estar marcados e identificados, y satisfacer el requerimiento de la sección VII.3. Estos, deben llegar a una caja de conexión desde donde se instale la terminal eléctrica que permita darle continuidad al cableado hacia el sitio en donde se recibe la acometida de entrada, que puede ser la caja que contiene a los desconectores o interruptores de seguridad

TAB. — Si los cables de salida del módulo, panel o arreglo fotovoltaico no son para intemperie, estos deben seleccionarse de acuerdo a la Sección VII.3 y canalizarse en una tubería de aluminio con recubrimiento de PVC para intemperie (del tipo LiquidTight para intemperie) con un diámetro adecuado al número de cables que contendrá. — Las canalizaciones deben sujetarse a la estructura con abrazaderas metálicas del tipo “tornillo sin fin” especiales para intemperie. — En ningún caso se aceptan empalmes de cables ni en el circuito de salida fotovoltaica o salida del inversor. Los cables que se utilizan deben tener la longitud necesaria

para llevar a cabo la conexión y no realizar empalmes dentro de canalizaciones cerradas, por lo que todos los cables deben ser continuos y sin empalmes intermedios. → En ningún caso se debe permitir que el cableado ya sea de los conductores que llevan corriente o el de puesta a tierra forme “vueltas” o “bucles” ó “bobinas”. Tampoco se debe de permitir cambios de dirección a 90°, es decir cableado que en su

trayectoria forme un ángulo de 90°. Los radios de curvatura para el calibre de cada conductor están contemplados en la NOM-001-SEDE 20012. → En todos los puntos de conexión se dispondrá de un excedente de cable para evitar tensiones mecánicas. El tamaño del excedente no debe ser mayor a 10 cm. → El proveedor deberá proporcionar una terminal con conector opresor en cada módulo para el cable de puesta a tierra. El cable de puesta a tierra para los módulos deberá ser continuo hasta el punto general de conexión a tierra del sistema y este punto debe ser lo más cercano posible al arreglo fotovoltaico. → No se acepta conexión en “margarita” en la caja de conexión de los módulos para la conexión en paralelo de módulos, paneles o arreglos fotovoltaicos. → Las conexiones en paralelo de módulos, paneles o arreglos fotovoltaicos deben hacerse en una barra metálica de paralelismo, block de potencia de combinación ó “bus” que este contenido en una caja de conexión. La capacidad de conducción del “bus” de paralelismo debe seleccionarse con una magnitud de 1.56 veces la suma de las corrientes de corto circuito de cada módulo, panel o arreglo fotovoltaico que se tengan que conectar en paralelo en el bus. → Las barras o bus de conexión deben estar soportados en una base aislante y certificados para las tensiones eléctricas que se manejen en el circuito.

ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION DE CERCOS DE PROTECCION

LIMPIEZA Y TRAZO EN EL ÁREA DE TRABAJO.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por limpieza y trazo a las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; asimismo en el alcance de éste concepto está implícito el trazo y la nivelación instalando bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir.

En ningún caso la Comisión hará mas de un pago por limpia, trazo y nivelación ejecutados en la misma superficie.

Cuando se ejecuten conjuntamente con la excavación de la obra y/o el desmonte algunas actividades de desyerbe y limpia, la Comisión no considerará pago alguno.

MEDICIÓN Y PAGO. Para fines de pago se medirá el área de trabajo de la superficie objeto de limpia, trazo y nivelación, medida ésta en su proyección horizontal, y tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación a la unidad.

EXCAVACIÓN DE ZANJAS.

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por "material común", la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que cubiquen aisladamente menos de 0.75 de metro cúbico y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Se entenderá por "roca fija" la que se encuentra en mantos con dureza y contextura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente con el solo uso del zapapico y que solo pueda removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de ésta Clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta, o peñascos que cubiquen aisladamente más de 0.75 de metro cúbico.

Cuando el material común se encuentre entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de esta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija.

Para clasificar material, se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar este compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija se determinará en forma estimativa el porcentaje en que cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por "excavación de zanjas" la que se realice según el proyecto y/u órdenes del Ingeniero para alojar la tubería de las redes de agua potable, y alcantarillado incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

El producto de la excavación se depositará a uno o a ambos lados de la zanja, dejando libre en el lado que fije el Ingeniero un pasillo de 60 (sesenta) cm. entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material. El Contratista deberá conservar éste pasillo libre de obstáculos.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso más de 5 (cinco) cm. de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la zanja deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente de proyecto. Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas.

La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a partir del nivel natural del terreno, hasta el fondo de la excavación.

El ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

El afine de los últimos 10 (diez) cm. del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si por exceso en el tiempo

transcurrido entre el afine de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo afine antes de tender la tubería, éste será por cuenta exclusiva del Contratista.

Cuando la excavación de zanjas se realice en material común, para alojar tuberías de concreto que no tenga la consistencia adecuada a juicio del Ingeniero, la parte central del fondo de la zanja se excavará en forma redondeada de manera que la tubería apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. A este mismo efecto de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavar en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o "conchas" que alojen las campanas o cajas que formarán las juntas. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.

El Ingeniero deberá vigilar que desde el momento en que inicie la excavación hasta aquel en que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de 7 (siete) días de calendario.

Cuando la excavación de zanjas se realice en roca fija, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero. El uso de explosivos se restringirá en aquellas zonas en que su utilización pueda causar perjuicios a las obras, o bien cuando por usarse explosivos dentro de una población se causen daños o molestias a sus habitantes.

Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del Ingeniero, éste ordenará al Contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor.

Las características y forma de los ademes y puntales serán fijados por el Ingeniero sin que esto releve al Contratista de ser el único responsable de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o los trabajadores, hasta en tanto no se efectúen los trabajos de ademe o apuntalamiento.

El criterio constructivo del Contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación, no será motivo de cambio en el precio unitario, deberá tomar en cuenta

que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir.

En la definición de cada concepto queda implícito el objetivo de la Comisión, el Contratista debe proponer la manera de ejecución y su variación aún a petición de la Comisión (por improductivo) no será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las zanjas (por ejemplo para cajas de operación de válvulas, pozos, etc.), serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones para zanjas.

El contratista deberá tomar en cuenta que la excavación no rebasará los 200 mts., adelante del frente de instalación del tubo, a menos que la Comisión a través de su Representante lo considere conveniente en función de la estabilidad del terreno y cuente con la autorización por escrito.

Se ratifica que el pago que la Comisión realiza por las excavaciones, es función de la sección teórica del proyecto, por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

MEDICIÓN Y PAGO. La excavación de zanjas se medirá en metros cúbicos con aproximación de una decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el Contratista según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

No se considerarán para fines de pago las excavaciones hechas por el Contratista fuera de las líneas de proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto serán consideradas como sobre-excavaciones.

Los trabajos de bombeo que deba realizar el Contratista para efectuar las excavaciones y conservarlas en seco durante el tiempo de colocación de la tubería le serán pagadas por separado. Igualmente le será pagado por separado el acarreo a los bancos de desperdicio que señale el Ingeniero, del material producto de excavaciones que no haya sido utilizado en el relleno de las zanjas por exceso de volumen, por su mala calidad o por cualquiera otra circunstancia.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso en que el material por excavar se encuentre bajo agua, con un tirante mínimo de 50 (cincuenta) cm. que no pueda ser desviado o agotada por bombeo en forma

económicamente conveniente para la Comisión, quien ordenará y pagará en todo caso al Contratista las obras de desviación o el bombeo que deba efectuarse.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en material lodoso cuando por la consistencia del material se dificulte especialmente su extracción, incluso en el caso en que haya usado bombeo para abatir el nivel del agua que lo cubría.

Así mismo en los terrenos pantanosos que se haga necesario el uso de dispositivos de sustentación (balsas) para el equipo de excavación. Y cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se pagará al Contratista con el concepto que para tal efecto exista.

A manera de resumen se señalan las actividades fundamentales con carácter enunciativo:

A).– Afloje del material y su extracción.

B).– Amacice o limpieza de plantilla y taludes de la zanjas y afines.

C).– Remoción del material producto de las excavaciones.

D).– Traspaleos verticales cuando éstos sean procedentes; y horizontales cuando se requieran.

E).– Conservación de las excavaciones hasta la instalación satisfactoria de las tuberías.

F).– Extracción de derrumbes.

El pago de los conceptos se hará en función de las características del material y de sus condiciones; es decir, seco o en agua.

EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por excavación para estructuras las que se realicen para cimentación, para alojarlas o que formen parte de ellas, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla o taludes de la misma, la remoción del material producto de las excavaciones a la zona de libre colocación disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la construcción satisfactoria de las estructuras correspondientes. Incluyen igualmente las operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material previamente a su excavación.

Las excavaciones deberán efectuarse de acuerdo con los datos del proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, afinándose en tal forma que ninguna saliente del terreno penetre más de 1 (uno) cm. dentro de las secciones de construcción de las estructuras. Se entenderá por zonas de colocación libre la comprendida entre alguna, algunas o todas las líneas de intersección de los planos de las excavaciones con la superficie del terreno, y las líneas paralelas a ellas distantes 20 (veinte) metros.

Cuando los taludes o plantilla de las excavaciones vayan a recibir mamposterías o vaciado directo de concreto, deberán ser afinadas hasta las líneas o niveles del proyecto y/o ordenadas por el Ingeniero en tal forma que ningún punto de la sección excavada diste más de 10 (diez) cm. del correspondiente de la sección del proyecto; salvo cuando las excavaciones se efectúen en roca fija en cuyo caso dicha tolerancia se determinará de acuerdo con la naturaleza del material excavado, sin que esto implique obligación alguna para la Comisión de pagar al Contratista las excavaciones en exceso, fuera de las líneas o niveles del proyecto.

El afine de las excavaciones para cubrir mampostería o el vaciado directo de concreto en ellas, deberá hacerse con la menor anticipación posible al momento de construcción de las mamposterías o al vaciado del concreto, a fin de evitar que el terreno se debilite o altere por el intemperismo.

Cuando las excavaciones no vayan a cubrirse con concreto o mampostería, se harán con las dimensiones mínimas requeridas para alojar o construir las estructuras; con un acabado esmerado hasta las líneas o niveles previstos en el proyecto y/o los ordenados por el Ingeniero, con una tolerancia en exceso de 25 (veinticinco) cm, al pie de los taludes que permita la colocación de formas para concreto, cuando esto sea necesario.

La pendiente que deberán tener los taludes de estas excavaciones será determinada en la obra por el Ingeniero, según la naturaleza o estabilidad del material excavado considerándose la sección resultante como sección de proyecto.

Cuando las excavaciones se realicen en roca fija se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero.

El material producto de las excavaciones podrá ser utilizado según el proyecto y/o las ordenes del Ingeniero en rellenos u otros conceptos de trabajo de cualquier lugar de las obras, sin compensación adicional al Contratista cuando este trabajo se efectúe dentro de la zona de libre colocación, en forma simultánea al trabajo de excavación y

sin ninguna compensación adicional a las que corresponden a la colocación del material en un banco de desperdicio.

Cuando el material sea utilizado fuera de la zona de libre colocación, o dentro de ella pero en forma que no sea simultánea a las obras de excavación o de acuerdo con algún procedimiento especial o colocación o compactación según el proyecto y/o las ordenes del Ingeniero, los trabajos serán adicionales y motivo de otros precios unitarios.

Cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso, se procederá en los términos de la Especificación 1040.02 (zanjas).

Cuando para efectuar las excavaciones se requiera la construcción de tabla-estacados o cualquiera obra auxiliar, estos trabajos le serán compensados por separado al Contratista.

MEDICIÓN Y PAGO. Las excavaciones para estructuras se medirán en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en las excavaciones el volumen de los diversos materiales excavados de acuerdo con las secciones de proyecto y/o las ordenes del Ingeniero.

No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el Contratista fuera de las líneas de proyecto y/o las indicaciones del Ingeniero, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Contratista que al igual que las excavaciones que efectuó fuera del proyecto y/o las ordenes del Ingeniero serán considerados como sobre excavaciones.

En aquellos casos en que por condiciones del proyecto y/o ordenes del Ingeniero el material producto de la excavación se coloque en bancos de desperdicio fuera de la zona de libre colocación, se estimará y pagará por separado al Contratista este movimiento.

Cuando el material producto de las excavaciones de las estructuras sea utilizado para rellenos u otros conceptos de trabajo, fuera de la zona de libre colocación, o bien dentro de ella en forma no simultánea a la excavación habiendo sido depositado para ello en banco de almacenamiento, o utilizando de acuerdo con algún proceso de colocación o compactación que señale el proyecto y/o el Ingeniero, estas operaciones serán pagadas y estimadas al Contratista por separado.

En resumen, se ratificará que el pago se hará exclusivamente al hecho de considerar las líneas netas de proyecto; y a continuación de manera enunciativa se señalan las principales actividades:

A).– Afloje del material y su extracción.

- B).– Amacice o limpieza de plantilla y taludes, y afines.
- C).– Remoción del material producto de las excavaciones.
- D).– Traspaleos cuando se requiere.
- E).– Conservación de las excavaciones.
- F).– Extracción de derrumbes.

RELLENO DE EXCAVACIONES DE ZANJAS.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. *Se entenderá por "relleno sin compactar" el que se haga por el simple depósito del material para relleno, con su humedad natural sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.*

Se entenderá por "relleno compactado" aquel que se forme colocando el material en capas sensiblemente horizontales, del espesor que señale el Ingeniero, pero en ningún caso mayor de 15 (quince) cm con la humedad que requiera el material de acuerdo con la prueba Proctor, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pistones de mano o neumático hasta obtener la compactación requerida.

Por relleno de excavaciones de zanjas se entenderá el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las ordenes del Ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las tuberías de redes de agua potable, así como las correspondientes a estructuras auxiliares y a trabajos de jardinería.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del Ingeniero, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción de material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras y deberá ser cuidadosamente colocada y compactada a los lados de los cimientos de estructuras y abajo y a ambos lados de las tuberías. En el caso de cimientos y de estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 60 (sesenta) cm., en el caso de rellenos para trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con tierra libre de piedras y cuando se trate de tuberías, este primer relleno se continuará hasta un nivel de 30 (treinta) cm. arriba del lomo superior del tubo ó según proyecto. Después se continuará el relleno empleando el producto de la propia excavación, colocándolo en capaz de 20 (veinte) cm. de espesor como máximo, que serán humedecidas y apisonadas.

Cuando por la naturaleza de los trabajos no se requiera un grado de compactación especial, el material se colocará en las excavaciones apisonándolo ligeramente, hasta por capas sucesivas de 20 (veinte) cm. colmar la excavación dejando sobre de ella un montículo de material con altura de 15 (quince) cm. sobre el nivel natural del terreno, o de la altura que ordene el Ingeniero.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero así lo señalen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de la técnica "Proctor" de compactación, para lo cual el Ingeniero ordenará al espesor de las capas, el contenido de humedad del material, el grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación óptima.

La consolidación empleando agua no se permitirá en rellenos en que se empleen materiales arcillosos o arcilloarenosos, y a juicio del Ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material rico en terrones o muy arenoso. En estos casos se procederá a llenar la zanja hasta un nivel de 20 (veinte) cm. abajo del nivel natural del terreno vertiendo agua sobre el relleno ya colocado hasta lograr en el mismo un encharcamiento superficial; al día siguiente, con una pala se pulverizará y alisará toda la costra superficial del relleno anterior y se rellenará totalmente la zanja, consolidando el segundo relleno en capas de 15 (quince) cm., de espesor, quedando este proceso sujeto a la aprobación del Ingeniero, quien dictará modificaciones o modalidades.

La tierra, rocas y cualquier material sobrante después de rellenar las excavaciones de zanjas, serán acarreados por el Contratista hasta el lugar de desperdicios que señale el Ingeniero.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, durante el período comprendido entre la terminación del relleno de la zanja y la reposición del pavimento correspondiente. En cada caso particular el Ingeniero dictará las disposiciones pertinentes.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones de zanja que efectúe el Contratista, le será medido en metros cúbicos de material colocado con aproximación de un décimo. El material empleado en el relleno de sobre – excavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, los Precios Unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a).– Obtención, extracción, carga, acarreo primer kilometro y descarga en el sitio de utilización del material.
- b).– Proporcionar la humedad necesaria para compactación al grado que esté estipulado (quitar o adicionar).
- c).– Seleccionar el material y/o papear.
- d).– Compactar al porcentaje especificado.
- e).– Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.– Se entenderá por concreto el producto endurecido resultante de la combinación y mezcla de cemento, agua y agregados pétreos en proporciones adecuadas, pudiendo o no tener aditivos para su mejoramiento.

La construcción de estructuras y el revestimiento de canales con concreto, deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones que señale el proyecto y/u ordene el Residente. Las dimensiones de las estructuras que señale el proyecto quedarán sujetas a las modificaciones que ordene el Residente cuando así lo crea conveniente. El concreto empleado en la construcción, en general, deberá tener una resistencia a la compresión por lo menos igual al valor indicado para cada una de las partes de la obra, conforme a los planos y especificaciones del proyecto y/o lo ordenado por el Residente. El Contratista deberá proporcionar las facilidades necesarias para la obtención y manejo de muestras representativas para realizar las pruebas correspondientes de concreto, conforme a las indicaciones del Residente.

La localización de las juntas de construcción deberá ser aprobada por el Residente.

Se entenderá por cemento el material inorgánico finalmente pulverizado, que, al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, y otros materiales, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, desarrolla su resistencia y conserva su estabilidad.

Conforme a la Norma NMX-C-414-ONNCCE-2010, los diferentes tipos de cemento se designan como sigue:

TIPO	DENOMINACION
CPO	Cemento Portland Ordinario
CPP	Cemento Portland Puzolánico
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno
CPC	Cemento Portland Compuesto
CPS	Cemento Portland con humo de Silice
CEG	Cemento con Escoria Granulada de alto horno

El cemento de cada uno de los 6 (SEIS) tipos antes señalados deberá cumplir con las especificaciones físicas y químicas de acuerdo a las Normas Oficiales.

Se entenderá por Cemento Portland Ordinario.– Es el cemento producido a base de la molienda de Clinker portland y usualmente sulfato de calcio.

Se entenderá por Cemento Portland Puzolánico.– Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, materiales puzolánicos y sulfato de calcio.

Se entenderá por Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno.– Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio.

Se entenderá por Cemento Portland Compuesto.– Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, sulfato de calcio y una mezcla de materiales puzolánicos, escoria alto horno y caliza. En el caso de la caliza, éste puede ser componente único.

Se entenderá por Cemento Portland con humo de Sílice.– Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, humo de sílice y sulfato de calcio.

Se entenderá por Cemento con Escoria Granulada de alto horno.– Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, sulfato de calcio y principalmente escoria granulada de alto horno.

De acuerdo a la clase resistente, estos pueden ser:

La resistencia normal de un cemento es la resistencia mínima mecánica a la compresión a los 28 días y se indica como 20, 30 o 40 en Newton por milímetro cuadrado (N/mm²).

CLASE RESISTENTE
20
30
30 R
40
40 R

De acuerdo a sus características especiales, éstos pueden ser:

NOMENCLATURA	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS CEMENTOS
RS	Resistente a los sulfatos
BRA	Baja reactividad alcalina agregado
BCH	Bajo calor de hidratación
B	Blanco

Ejemplo de identificación del cemento:

Un cemento portland Puzolánico de clase 30 de baja reactividad alcalina–agregado y bajo calor de hidratación se identifica como:

Cemento CPP 30 BRA/BCH

Dentro de los materiales que de acuerdo con la definición deben considerarse como nocivas, todas aquellas sustancias inorgánicas de las que se conoce un efecto retardante en el endurecimiento.

Se entiende por puzolanas aquellos materiales compuestos principalmente por óxidos de silicio o por sales cálcicas de los ácidos silicios que en presencia del agua y a la temperatura ambiente sean capaces de reaccionar con el hidróxido de calcio para formar compuestos cementantes.

La arena que se emplee para la fabricación de mortero y concreto, y que en su caso deba proporcionar el Contratista, deberá consistir en fragmentos de roca duros de un diámetro no mayor de 5 (cinco) mm, densos, durables y libres de cantidades objetables de polvo, tierra, partículas de tamaño mayor, pizarras, álcalis, materia orgánica, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- a).– Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.
- b).– El contenido del material orgánico deberá ser tal, que en la prueba de color (A.S.T.M., designación C-40), se obtenga un color más claro que el estándar, para que sea satisfactorio.
- c).– El contenido de polvo (partículas menores de 74 (setenta y cuatro) micras: cedazo número 200 (A.S.T.M., designación C- 117), no deberá exceder del 3 (tres) por ciento en peso.

d).– El contenido de partículas suaves, tepetates, pizarras, etc. sumado con el contenido de arcillas y limo no deberá exceder del 6 (seis) por ciento en peso.

e).– Cuando la arena se obtenga de bancos naturales de este material, se procurará que su granulometría esté comprendida entre los límites máximos y mínimos, especificación A.S.T.M.E.11.3a.

Cuando se presenten serias dificultades para conservar la graduación de la arena dentro de los límites citados, el Residente podrá autorizar algunas ligeras variaciones al respecto. Salvo en los casos en que el Residente otorgue autorización expresa por escrito, la arena se deberá lavar siempre.

La arena entregada a la planta mezcladora deberá tener un contenido de humedad uniforme y estable, no mayor de 6 (seis) por ciento.

El agregado grueso que se utilice para la fabricación de concreto y que en su caso deba proporcionar el Contratista, consistirá en fragmentos de roca duros, de un diámetro mayor de 5 (cinco) mm, densos, durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra, pizarras, álcalis, materia orgánica, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los siguientes requisitos:

- a).– Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.

- b).– La densidad absoluta no deberá ser menor de 2.4.
- c).– El contenido de polvo (partículas menores de 74 (setenta y cuatro) micras: cedazo numero 200 (doscientos) (A.S.T.M., designación C-117), no deberá exceder del 1 (uno) por ciento, en peso.
- d).– El contenido de partículas suaves determinado por la prueba respectiva " Método Standard de U.S. Bureau of Reclamation" (designación 18), no deberá exceder del 1 (uno) por ciento, en peso.
- e).– No deberá contener materia orgánica, sales o cualquier otra sustancia extraña en proporción perjudicial para el concreto.

Cuando se empleen tolvas para el almacenamiento y el proporcionamiento de los agregados para el concreto, éstas deberán ser construidas de manera que se limpien por sí mismas y se descarguen hasta estar prácticamente vacías por lo menos cada 48 (cuarenta y ocho) horas.

La carga de las tolvas deberá hacerse en tal forma que el material se coloque directamente sobre las descargas, centrado con respecto a las tolvas. El equipo para el transporte de los materiales ya dosificados hasta la mezcladora, deberá estar construido y ser mantenido y operado de manera que no haya perdidas de materiales durante el transporte ni se entremezclen distintas cargas.

Los ingredientes del concreto se mezclarán perfectamente en mezcladoras de tamaño y tipo aprobado, y diseñadas para asegurar positivamente la distribución uniforme de todos los materiales componentes al final del periodo de mezclado.

El tiempo se medirá después de que estén en la mezcladora todos los materiales, con excepción de la cantidad total de agua. Los tiempos mínimos de mezclado han sido especificados basándose en un control apropiado de la velocidad de rotación de la mezcladora y de la introducción de los materiales, quedando a juicio del Residente el aumentar el tiempo de mezclado cuando lo juzgue conveniente. El concreto deberá ser uniforme en composición y consistencia de carga en carga, excepto cuando se requieran cambios en composición o consistencia. El agua se introducirá en la mezcladora, antes, durante y después de la carga de la mezcladora.

No se permitirá el sobre mezclado excesivo que requiera la adición de agua para preservar la consistencia requerida del concreto. Cualquiera mezcladora que en cualquier tiempo no de resultados satisfactorios se deberá reparar rápida y efectivamente o deberá ser sustituida.

La cantidad de agua que entre en la mezcladora para formar el concreto, será justamente la suficiente para que con el tiempo normal de mezclado produzca un concreto que a juicio del Residente pueda trabajarse convenientemente en su lugar sin que haya segregación y que con los métodos de acomodamiento estipulados por el Residente produzcan la densidad, impermeabilidad y superficies lisas deseadas. No se permitirá el mezclado por mayor tiempo del normal para conservar la consistencia requerida del concreto. La cantidad de agua deberá

cambiarse de acuerdo con las variaciones de humedad contenida en los agregados, de manera de producir un concreto de la consistencia uniforme requerida.

No se vaciará concreto para revestimientos, cimentación de estructuras, dentellones, etc., hasta que toda el agua que se encuentre en la superficie que vaya a ser cubierta con concreto haya sido desalojada. No se vaciará concreto en agua sino con la aprobación escrita del Residente y el método de depósito del concreto estará sujeto a su aprobación. No se permitirá vaciar concreto en agua corriente y ningún colado deberá estar expuesto a una corriente de agua sin que haya alcanzado su fraguado inicial.

El concreto que se haya endurecido al grado de no poder colocarse, será desechado. El concreto se vaciará siempre en su posición final y no se dejará que se escurra, permitiendo o causando segregación. No se permitirá la separación excesiva del agregado grueso a causa de dejarlo caer desde grande altura o muy desviado de la vertical o porque choque contra las formas o contra las varillas de refuerzo; donde tal separación pudiera ocurrir, se colocarán canaletas y deflectores adecuados para confinar y controlar la caída

del concreto. Excepto donde se interpongan juntas, todo el concreto en formas se colocará en capas continuas aproximadamente horizontales cuyo espesor generalmente no excederá de 50 (cincuenta) centímetros. La cantidad del concreto depositado en cada sitio estará sujeta a la aprobación del Residente. Las juntas de construcción serán aproximadamente horizontales a no ser que se muestren de otro modo en los planos o que lo ordene el Residente y se les dará la forma prescrita usando moldes donde sea necesario o se asegurara una unión

adecuada con la colada subsecuente, retirando la "nata superficial" a base de una operación de "picado" satisfactorio.

Todas las intersecciones de las juntas de construcción con superficies de concreto quedaran a la vista, se harán rectas y a nivel o a plomo según el caso.

Cada capa de concreto se consolidara mediante vibrado hasta la densidad máxima practicable, de manera que quede libre de bolsas de agregado grueso y se acomode perfectamente contra todas las superficies de los moldes y materiales ahogados. Al compactar cada capa de concreto, el vibrador se pondrá en posición vertical y se dejará que la cabeza vibradora penetre en la parte superior de la capa subyacente para vibrarla de nuevo.

La temperatura del concreto al colar no deberá ser mayor de 27 (veintisiete) grados centígrados y no deberá ser menor de 4 (cuatro) grados centígrados. En los colados de concreto durante los meses de verano, se emplearán medios efectivos tales como: regado del agregado, enfriado del agua de mezclado, colados de noche y otros medios aprobados para mantener la temperatura del concreto al vaciarse abajo de la temperatura máxima especificada. En caso de tener temperaturas menores de 4 (cuatro) grados centígrados no se harán colados de concreto.

El concreto se compactará por medio de vibradores eléctricos o neumáticos del tipo de inmersión. Los vibradores de concreto que tengan cabezas vibradoras de 10 (diez) centímetros o más de diámetro, se operarán a frecuencias por lo menos de 6 000 (seis mil) vibraciones por minuto cuando sean metidos en el concreto.

Los vibradores de concreto que contengan cabezas vibradoras de menos de 10 (diez) centímetros de diámetro se operarán cuando menos a 7000 (siete mil) vibraciones por minuto cuando estén metidos en el concreto.

Las nuevas capas de concreto no se colocarán sino hasta que las capas coladas previamente hayan sido debidamente vibradas. Se tendrá cuidado en evitar que la cabeza vibradora haga contacto con las superficies de las formas de madera.

Todo el concreto se "curará" con membrana o con agua. Las superficies superiores de muros serán humedecidas con yute mojado u otros medios efectivos tan pronto como el concreto se haya endurecido lo suficiente para evitar que sea dañado por el agua y las superficies se mantendrán húmedas hasta que se aplique la composición para sellar. Las superficies moldeadas se mantendrán húmedas antes de remover las formas y durante la remoción.

El concreto curado con agua se mantendrá mojado por lo menos por 21 (veintiún) días inmediatamente después del colado del concreto o hasta que sea cubierto con concreto fresco, por medio de material saturado de agua o por un sistema de tuberías perforadas, regaderas mecánicas o mangueras porosas, o por cualquier otro método aprobado por el Residente, que conserven las superficies que se van a curar continuamente (no periódicamente) mojadas. El agua usada por el curado llenará los requisitos del agua usada en la mezcla del concreto.

El curado con membrana se hará con la aplicación de una composición para sellar con pigmento blanco que forme una membrana que retenga el agua en las superficies de concreto. Para usar la composición para sellar, se agitará previamente a fin de que el pigmento se distribuya uniformemente en el vehículo. Se revolverá por medio de un agitador mecánico efectivo operado por motor, por agitación por aire comprimido introducido en el fondo del tambor, por medio de un tramo de tubo o por otros medios efectivos. Las líneas de aire comprimido estarán provistas de trampas efectivas para evitar que el aceite o la humedad entren en la composición.

MEDICIÓN Y PAGO.– El concreto se medirá en metros cúbicos con aproximación a dos decimales; y de acuerdo con la resistencia indicada en el proyecto; para lo cual se determinará directamente en la estructura el número de metros cúbicos colocados conforme a las líneas de proyecto y/u órdenes del Residente.

No se medirán para fines de pago los volúmenes de concreto colocados fuera de las secciones de proyecto y/u órdenes del Residente, ni el concreto colocado para ocupar sobreexcavaciones imputables al Contratista. Así mismo se deberá de descontar el volumen ocupado por el acero de refuerzo, cuando este exceda el 2% del volumen de concreto cuantificado conforme a las líneas de proyecto.

De manera enunciativa se señalan a continuación las principales actividades que se contemplan en estos conceptos:

- a).– El suministro del cemento en obra, considerando carga en el sitio de abastecimiento, todos los acarrees totales hasta la obra y descarga en la cantidad que se requiera incluyendo todas las mermas y desperdicios para dar la resistencia requerida.
- b).– La adquisición y/u obtención de la arena y la grava en las cantidades necesarias considerando, regalías, mermas y desperdicios, carga en el lugar de obtención, transporte total hasta la obra y descarga en el lugar de su utilización.
- c).– El suministro de toda el agua necesaria considerando regalías, mermas y desperdicios.
- d).– El curado con membrana, agua y/o curacreto.
- e).– La mano de obra, herramienta y el equipo necesarios.

Se ratifica que la CONAGUA al utilizar estos conceptos está pagando unidades de obra terminada y con la existencia especificada; por lo que el Contratista tomará las consideraciones y procedimientos constructivos de su estricta responsabilidad para proporcionar las resistencias de proyecto y/o a lo indicado por el Residente.

CIMBRAS DE MADERA

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.– Se entenderá por cimbra de madera, al conjunto de obra falsa y moldes temporales (formas para concreto) que se emplean para soportar, confinar y moldear la construcción de elementos estructurales hechos a base de concreto, durante el tiempo en que éste alcanza su resistencia de proyecto.

El contratista deberá proyectar y diseñar la cimbra considerando los soportes, puntales, yugos, apoyos, contra venteos así como todos los elementos necesarios y su construcción será su responsabilidad. En el diseño de la cimbra el contratista podrá considerar, en forma enunciativa más no limitativa, los siguientes factores:

Estabilidad

- 1) Cargas, incluyendo carga viva, muerta, lateral e impacto.
- 2) Materiales por usar y sus correspondientes esfuerzos de trabajo.
- 3) Rapidez y procedimiento de colocación del concreto.
- 4) Contra flecha y excentricidad.
- 5) Contra venteo horizontal y diagonal.

- 6) Traslapes de puntales.
- 7) Desplante adecuado de la obra falsa y
- 8) Evitar distorsiones causadas por las presiones del concreto.

Economía

- 1) Materiales, tipos de elementos para la cimbra y
- 2) Número de usos; dependerá del diseño del elemento estructural por colar y tipo de acabado.

Calidad

- 1) La cimbra deberá terminarse con exactitud respecto a su alineamiento, nivel, acabado y limpieza. Las formas deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del concreto, estar sujetas rígidamente en su posición correcta e impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Las formas deberán tener un traslape no menor de 2.5 centímetros con el concreto endurecido previamente colado y se sujetarán de manera que al hacer el siguiente colado las formas no se abran y no se permitan desalojamientos de las superficies del concreto o pérdida de lechada en las juntas. Se usarán pernos o tirantes adicionales, cuando sea necesario para ajustar las formas colocadas contra el concreto endurecido.

Los moldes deberán limpiarse perfectamente antes de cada uso y se aplicara un desmoldante autorizado por el Residente. Así mismo la madera utilizada para la habilitación y colocación de la cimbra no deberá estar torcida o deformada, evitando colocar piezas con nudos en zonas de elementos estructurales que vayan a trabajar en tensión.

El contratista deberá de tomar todas las medidas necesarias para dejar todas las preparaciones, ranuras o cajas para instalaciones, como líneas eléctricas, tuberías hidrosanitarias o cualquier otro indicado en los planos de proyecto y/o las órdenes del Residente. Cualquier desperfecto que quede sobre la superficie del concreto después de retiradas las cimbras, se deberá rellenar con un material de las mismas características del concreto.

El entablado o el revestimiento de las formas deberán ser de tal clase y calidad, o deberá ser tratado o protegido de tal manera que no haya deterioro o descolorido químico de las superficies del concreto.

Donde se especifique el acabado aparente, el entablado o el revestimiento se deberá instalar de manera que todas las líneas horizontales de las formas sean continuas sobre la superficie por construir.

Los acabados que deberán darse a las superficies serán conforme al proyecto y/o las órdenes del Residente.

En caso de que los acabados no estén especificados para una parte determinada de la obra, estos se harán semejantes a las superficies similares adyacentes o conforme lo indique el Residente.

Se entenderá por cimbra común aquella que se utiliza cuando las superficies de las estructuras lleven alguna clase de recubrimiento o cuando se coloque algún material de relleno, y por cimbra aparente cuando las superficies de las estructuras queden a la vista, donde el aspecto es de vital importancia, en este caso la fabricación y colocación de la cimbra deberá construirse con mano de obra calificada conforme a la forma y dimensiones exactas y con un buen acabado conforme al proyecto y/o las órdenes del Residente, el contratista no colocará concreto hasta que el Residente autorice que la cimbra se encuentra en condiciones de que se pueda utilizarse para dicho propósito, esto se aplicará tanto a la cimbra común como a la cimbra aparente.

Deberán calafatearse las juntas cuyas aberturas no excedan de 6 milímetros, con un material que garantice un buen sello, que resista sin deformarse o romperse al contacto con el concreto y que no produzca depresiones ni salientes en exceso.

Antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista limpiará todas las superficies descubiertas, de todas las incrustaciones y manchas desagradables.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que el Residente autorice su remoción y se removerán con cuidado para no dañar el concreto. La remoción se autorizará y se efectuará considerando la resistencia de diseño del concreto y del elemento estructural de que se trate.

Se deberán colocar tiras de relleno en los rincones de las formas para producir aristas achaflanadas en las esquinas del concreto permanentemente expuesto. Los rincones del concreto y las juntas moldeadas no necesitarán llevar chaflanes, salvo que en los planos del proyecto así se indique o que lo ordene el Residente.

MEDICIÓN Y PAGO.– Las cimbras para concreto se medirán en metros cuadrados, con aproximación a dos decimales. Al efecto, se medirán directamente en las superficies de contacto que fueron cubiertas por las mismas, es decir por área de contacto, conforme a lo indicado en el proyecto y/o lo ordenado por el Residente.

El precio unitario incluye todos los materiales, mano de obra necesaria, herramienta y equipo para la habilitación, cimbrado y descimbrado.

No se medirán para fines de pago las cimbras empleadas para confinar concreto que debió haber sido vaciado directamente contra la excavación y que requirió su uso por sobre excavaciones u otras causas imputables al Contratista, ni tampoco las cimbras empleadas fuera de las líneas y niveles del proyecto y/o las órdenes del Residente.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.– Se entenderá por suministro y colocación de acero de refuerzo al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de acero de refuerzo utilizadas para la formación de estructuras de concreto reforzado, conforme a las líneas de proyecto y/o las órdenes del Residente.

El acero de refuerzo que proporcione el Contratista, deberá llenar los requisitos señalados para este material en la norma NMX-B-72-CANACERO, de la Dirección General de Normas, así como las normas complementarias.

El acero de alta resistencia deberá satisfacer los requisitos señalados para ella en las normas A-431 y A-432 de la A.S.T.M.

El acero de refuerzo deberá ser enderezado en la forma adecuada, previamente a su colocación en las estructuras.

Las distancias a que deban colocarse las varillas de refuerzo que se indiquen en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas, deberán ser las que se consignan en los planos o las que ordene el Residente.

Antes de proceder a su colocación, las superficies de las varillas y de los soportes metálicos de éstas, deberán limpiarse de óxido, polvo, grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

Las varillas deberán ser colocadas y aseguradas exactamente en su lugar, por medio de soportes metálicos, etc., de manera que no sufran movimientos durante el vaciado del concreto y hasta el fraguado inicial de éste.

Se deberá tener el cuidado necesario para aprovechar de la mejor manera la longitud de las varillas de refuerzo.

MEDICIÓN Y PAGO.– La cuantificación del acero de refuerzo se hará por kilogramo colocado con aproximación a dos decimales, quedando incluido en el precio: mermas, desperdicios, descalibres, sobrantes; los fletes totales; las maniobras y manejos locales hasta dejarlo en el sitio de su colocación; la mano de obra, el equipo y la herramienta necesaria, así como alambre y silletas necesarias. Considerando como máximo el peso teórico tabulado según el diámetro de la varilla conforme a las líneas de proyecto y/o las órdenes del Residente.

De manera especial debe contemplarse cuando la varilla sea de 1" de diámetro o mayor, ya que no irá traslapada sino soldada a tope, cumplimentando los requisitos de soldadura.

POSTES Y ALAMBRADOS CON TODOS LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por “Postes y alambrados con todos los materiales y mano de obra” al conjunto de actividades que deberá realizar el contratista para suministrar, construir e instalar toda la cerca de malla ciclónica de acuerdo con los datos del proyecto y/o las órdenes del Residente. Siendo por unidad de obra terminada; aunque para efecto de pago se hayan dividido en varios conceptos.

Dentro de los precios unitarios se incluyen todos los cargos por el suministro en el lugar preciso de los trabajos de todos los materiales, los postes, barras, retenidas, alambre y demás accesorios de sujeción; asimismo se incluye la excavación necesaria para la colocación de los postes la fabricación y colocación del concreto para las bases de los postes; incluyéndose el suministro de los agregados pétreos, agua y cemento.

Los postes galvanizados de esquina y terminales podrán tener un diámetro exterior de 3" Cd.ST. Los postes de línea galvanizados podrán tener un diámetro exterior de 2" Cd.ST. El espaciamiento entre los postes no deberá exceder de 3.00 (tres) metros de centro a centro.

Las barras de la parte superior y las retenidas horizontales deberán ser de un diámetro exterior de 42 (cuarenta y dos) milímetros Cd.ST y galvanizados. Las barras superiores deberán pasar a través de la base de las capuchas de púas para formar un refuerzo continuo de extremo a extremo de cada tramo de cerca.

ALAMBRE DE PÚAS PARA CERCA.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.– Se entenderá por “Alambre de púas para cerca” a las actividades que deberá realizar el contratista en suministrar y colocar alambre de púas con el propósito de no permitir el acceso de personas ajenas ni de animales que podrían destruir algunas partes que constituyen las obras conforme a las líneas de proyecto y/o las órdenes del Residente.

Comprende el suministro de alambre de púas que será del calibre número 12 1/2 con 4 (cuatro) púas cada 76 milímetros.

MEDICIÓN Y PAGO.– Se medirá y pagará al Contratista en metros lineales con aproximación a dos decimales, la cantidad de metros colocados directamente en la obra conforme a las líneas de proyecto y/o las órdenes del Residente.

No se considerará para fines de pago, la cantidad de obra ejecutada por el Contratista fuera de los lineamientos fijados en el proyecto y/o por el Residente, o que no cumplan con la calidad de los materiales que fueron especificados.