



1. GENERALIDADES

Todo el diseño y la construcción se harán de acuerdo con lo indicado en el Código Sísmico de Costa Rica 2010, Código de Cimentaciones de Costa Rica, Reglamento de Construcciones de Costa Rica, Reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318), Código del American Institute of Steel Construction (AISC), Código del American Iron and Steel Institute (AISI), American Welding Society (AWS) y el manual del Precast Concrete Institute (PCI Handbook), todos última edición. También deberán acatarse todas aquellas normas o especificaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM), última edición, que se señalen en estas especificaciones o en los códigos y reglamentos mencionados anteriormente.

Se entiende que una vez adjudicado el proyecto, la construcción del proyecto estará a cargo de un profesional habilitado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA), designado por el contratista como profesional responsable de la obra, y por lo tanto con cargo de todos los deberes y responsabilidades establecidos en el Contrato de Consultoría y los reglamentos del CFIA.

Se entiende también que la construcción se efectúa dentro de las buenas prácticas de ingeniería y que el profesional responsable es el principal encargado de velar por su cumplimiento.

2. EXCAVACIÓN PARA OBRAS ESTRUCTURALES (PLACAS, CIMIENTOS CORRIDOS, VIGAS DE AMARRE, TANQUES PARA DIFERENTES USOS, ETC.) Y RELLENO

2.1. Preparación del terreno

Deben hacerse todos los trabajos necesarios para acondicionar el terreno (tala y desarraigue de árboles, entubamiento de nacimientos de agua, construcción de desagües, etc.) de forma tal que se permita realizar la obra que se detalla en planos.

2.2. Cortes y rellenos

Deben hacerse todos los cortes y rellenos indicados en los planos, para ajustar los niveles del terreno actual a los niveles marcados en los mismos. Se debe dejar y proteger todos los árboles y arbustos que no estén dentro de la zona de construcción del o de los edificios.

En los cortes indicados debe retirarse totalmente la capa vegetal, cuyo espesor se indica en los planos y en el estudio de suelos correspondientes. Si esta capa resultara mayor que el corte pedido en alguna sección cualquiera, de todas maneras se renovará. El relleno resultante se hará con material de préstamo, cuya calidad deberá verificarla el ingeniero inspector. Su compactación se hará según lo que se pide en el párrafo siguiente. Por otra parte, todo el material adecuado que resulte de la excavación y que sobrase, puede ser usado en la construcción de rellenos siempre y cuando sea aprobado por el ingeniero inspector. El resto del material, que no tuviese uso o que no cuente con el visto bueno de la inspección, deberá ser acarreado y depositado por cuenta del contratista fuera de la propiedad de la Universidad, en sitios autorizados y acordados con el responsable de gestión ambiental de la UCR.



Si hubiese rellenos e hiciera falta material para ellos, el faltante deberá ser aportado por el contratista, que lo tomará fuera de la propiedad de la Universidad, una vez que lo haya aprobado la inspección y tenga los permisos municipales y ambientales correspondientes. El regente ambiental verificará este origen.

Las tareas de transporte de materiales de préstamo o de corte, fuera y dentro del campus deberán cumplir con las Especificaciones Técnicas Ambientales y Sociales descritas adelante. En caso de daños a obras públicas (alcantarillas, calle) o ensuciar con restos de tierra la calle pública al frente de la obra, el contratista deberá limpiar periódicamente y tener personal controlando el tránsito.

Una vez concluida la excavación de los cimientos, el contratista deberá rellenar y compactar adecuadamente (el porcentaje de compactación se establecerá en planos, o en su defecto por el inspector) la excavación, para lo cual usará solo material selecto que deberá aprobar el inspector. El relleno deberá ser compactado en capas no mayores de 25 cm. La densidad del relleno será comprobada por el laboratorio de suelos que apruebe la Universidad. Donde no se indique en planos, los materiales cohesivos serán compactados a un mínimo del 93% del Proctor estándar, mientras los materiales granulares serán llevados hasta el 95% de la densidad máxima obtenida del ensayo de Proctor modificado.

Los rellenos de tierra se harán con material de préstamo o con material del sitio que cumpla con las siguientes especificaciones. Esta tierra de préstamo deberá tener un CBR mínimo de 6 y compactarse al 93% del Proctor estándar. Cada capa compactada no podrá tener más de 20 cm de espesor. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos el material deberá ser de cualquiera de los tipos CL, ML o MH y estar libre de impurezas orgánicas y materiales de dudosa calidad.

Cuando según los planos, o por algún cambio solicitado por los inspectores, sea necesario utilizar lastre-cemento, la mezcla deberá hacerse en batidora, en la proporción indicada en planos o en su defecto en relación por peso de 15:1, respectivamente. La relación agua-cemento será de 0,65. Se realizarán pruebas de compresión y densidad. El lastre cemento debe ser de 35 kg/cm² como resistencia mínima, con una densidad mínima compactada de 1800 kg/m³.

El lastre (solo o combinado con cemento) deberá consistir de tobas o lastres tamizados y arenas naturales o fabricadas para obtener la graduación que se indica en la tabla siguiente.

Malla	Porcentaje por peso pasando
51 mm	100
No. 4 (4,75 mm)	50-100
No. 40 (0,425 mm)	20-70
No. 200 (0,075 mm)	5-35

*Determinado de acuerdo con AASHTO T-27 y T-11

El lastre deberá tener un límite líquido no mayor de 40 y un índice plástico igual o menor a 8, determinados por los ensayos AASHTO T-89 y T-90, respectivamente. Se podrán aceptar materiales con valores más altos que los indicados siempre y cuando al mezclarse con el cemento y el agua se alcancen los valores de resistencia especificados. El lastre debe ser aprobado en bitácora por los inspectores.



En ningún caso se permitirá la colocación de materiales cuyo tamaño máximo sobrepase los 10cm.

Todo trabajo de compactación deberá llevarse a cabo mediante equipo mecánico, cuyo uso deberá ser aprobado por el inspector.

2.3. Fundaciones

El contratista deberá realizar por su cuenta la excavación para la construcción de los cimientos, vigas de amarre, así como el acarreo y la disposición final de la tierra producto de dicha excavación en sitios autorizados y acordados con el responsable de gestión ambiental de la UCR.

El contratista deberá tener los permisos municipales y ambientales correspondientes para la disposición final de esos materiales. El regente ambiental verificará este origen.

Las tareas de transporte de materiales de préstamo o de corte, fuera y dentro del campus deberán cumplir con las Especificaciones Técnicas Ambientales y Sociales descritas adelante. En caso de daños a obras públicas (alcantarillas, calle) o ensuciar con restos de tierra la calle pública al frente de la obra, el contratista deberá limpiar periódicamente y tener personal controlando el tránsito.

Deberá tomar todas las precauciones necesarias para proteger los cortes de excavación y colocará por su cuenta todos los ademes y arriostres que se requieran para la protección de los lados de las excavaciones. Estas medidas de protección serán más rigurosas cuando se encuentren edificios o estructuras adyacentes a la excavación. El contratista asume total responsabilidad, así como todos los gastos derivados de daños dentro y fuera de la propiedad que sucedan durante el período de construcción.

El contratista deberá realizar la excavación para los cimientos con las dimensiones y niveles indicados en los planos o los que indique el inspector, de acuerdo con las condiciones de suelo encontradas en el sitio. El costo derivado de una mayor o menor profundización de las placas lo evaluará la Universidad, de acuerdo con los precios unitarios suministrados en la oferta del contratista.

El contratista deberá estudiar el sitio y toda la información disponible y hacer estudios de suelos adicionales cuando esto fuere necesario. De presentarse en el sitio condiciones distintas de suelos a las previstas o razonablemente previsibles, éstas deberán ser reportadas de inmediato a los inspectores, quienes evaluarán cada caso y determinarán los cambios por hacer en la obra y la compensación económica correspondiente mediante la aplicación de los precios unitarios que para este propósito se hayan incluido en el contrato.

El contratista deberá tomar las precauciones necesarias para evacuar toda el agua freática o de lluvia que se presente durante la excavación de los cimientos y deberá mantener las excavaciones secas y en condiciones óptimas de limpieza para permitir una correcta colocación del sello, del acero y del concreto. El traslado de estas aguas deberá encauzarse hacia la red pluvial, siempre y cuando se compruebe la inspección de su capacidad hidráulica. Estas actividades deberán contar con el visto bueno del regente ambiental.



Al llegar al nivel de desplante de la fundación, el contratista deberá solicitar pruebas de capacidad soportante por medio de veleta y el reporte del laboratorio con el resultado debe ser entregado antes de proceder a colocar el sello, a más tardar 24 h después de realizada la prueba, para la revisión del inspector, la cual deberá constar en la bitácora. En caso de cumplir la resistencia del suelo, se procederá a colocar una capa de concreto pobre de 70 kg/cm² de 5 cm de espesor (o lo que se indique en planos) para proteger el suelo en que se construirán los cimientos, de los efectos de la intemperie, especialmente de la lluvia y el sol y para lograr una superficie de trabajo limpia, exenta de barro y de tierra suelta. Esta capa deberá ser debidamente nivelada y planchada. Se dejará endurecer durante 24 h como mínimo antes de colocar la armadura y el concreto de las fundaciones.

Durante el tiempo de vaciado del sello y del concreto, el contratista deberá mantener las excavaciones libres de agua para lo cual podrá utilizar bombas o deberá hacer un hueco adicional para concentrar esas aguas y sacarlas posteriormente de la manera más conveniente, según acuerdo con el inspector. Las aguas freáticas, si las hubiere, deberán mantenerse abatidas durante un período de 24 h posterior al vaciado para permitir el fraguado y endurecimiento inicial.

En el caso de usarse pilotes preexcavados, su excavación deberá hacerse por medios mecánicos, respetando las dimensiones dadas en planos. No se permitirá la colocación de la armadura ni el vaciado de concreto sin que el inspector verifique y apruebe el diámetro y la profundidad de la excavación, así como la correcta limpieza del fondo. Esta aprobación deberá constar en bitácora.

Cualquier condición diferente a la indicada en el estudio de suelos deberá ser notificada al inspector cuanto antes. Por esta razón se considera que el estudio de suelos también forma parte de estas especificaciones.

2.4. Vaciado del concreto de fundaciones

Después de la revisión y aprobación de la armadura de las placas y arranques de columnas, paredes y muros por parte de los inspectores, se procederá al vaciado del concreto de una altura no mayor de 2 m para evitar la segregación del material. La colocación se hará en capas horizontales de un espesor máximo de 30 cm que se consolidarán por medio de vibradores apropiados.

Especial cuidado debe tenerse en proteger los lados de la excavación para que no haya derrumbes cuando se está colocando el concreto. Si esto ocurriera el contratista removerá el concreto contaminado con la tierra de esos desmoronamientos.

Si apareciera agua excesiva debido a la cercanía del nivel de aguas freáticas o a escorrentía de lluvias, el contratista debe hacer un hueco adicional en la excavación para concentrar esas aguas y sacarlas por medio de bombas durante todo el tiempo del vaciado.

3. CONCRETO

3.1. Condiciones generales



Según esta partida, el contratista suministrará todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para la construcción de todas las obras de concreto armado convencional y preesforzado y de otros trabajos relacionados, según se indica en los planos y en las especificaciones que se dan a continuación.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto, deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (ACI) contenidas en el informe ACI 301, última edición, con las Especificaciones para Concreto Estructural para Edificios (Specifications for Structural Concrete for Buildings), además de las normas contenidas en el Manual de "Precast Concrete Institute" (PCI Handbook) última edición. Para todas las demás acciones relacionadas con los trabajos de concreto armado se deben seguir las recomendaciones incluidas en el Código de Construcción para Concreto Armado del mismo Instituto, ACI 318, última revisión (Building Code Requirements for Reinforced Concrete, ACI 318). Se consideran también incluidas en estas especificaciones, y por consiguiente obligatorias, todas aquellas normas o especificaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM) incluidas o simplemente mencionadas en estas especificaciones o en los códigos anteriormente citados, así como las disposiciones que al respecto pudiera haber en el Reglamento de Construcciones y el Código Sísmico de Costa Rica. Todas esas normas o especificaciones se considera que forman parte de este contrato.

3.2. Vigas prefabricadas en sitio

Se permite el uso de vigas prefabricadas en sitio siempre que se demuestre analítica y experimentalmente que satisfacen los requisitos de ductilidad supuestos en el diseño de cada edificio. Este requisito se puede omitir para estructuras con una ductilidad global de diseño igual o menor a 1,50, de acuerdo con la tabla 4.3 del Código Sísmico de Costa Rica 2012, nota a.

3.3. Resistencia del concreto

La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de 15x30 cm a los 28 días de edad, de acuerdo con las normas de la ASTM C-39 última revisión. Todo el concreto empleado tendrá un revenimiento de 9 cm, aceptándose concretos hasta con un revenimiento 2 cm menor o mayor al indicado anteriormente, excepto en aquellos casos donde se apruebe el uso de un aditivo específico. La mezcla de concreto empleada en toda la estructura deberá ser de una consistencia conveniente, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de llenar todos los encofrados y moldes completamente, sin dejar cavidades interiores o superficiales.

Antes de iniciarse la construcción de los elementos de concreto, ya sean prefabricados o colados en sitio y con la debida anticipación, el contratista deberá presentar al inspector el diseño de la mezcla de concreto, realizado por un laboratorio de materiales reconocido, y basado el diseño y proporcionamiento en los agregados que se haya almacenado previamente en el sitio de la construcción o en la planta prefabricadora. El laboratorio designado deberá ser diferente al que tome las muestras de cilindros de concreto y revenimientos durante la construcción. Del diseño de la mezcla se obtendrán como mínimo 9 cilindros de prueba para quebrar a los 7, 14 y 28 días. Antes de iniciar el colado de los elementos estructurales deben conocerse los resultados de resistencia a los 7 y 14 días.

En la construcción de las placas y vigas de fundación, columnas, vigas de carga y amarre, sobrelosas y demás elementos no especificados se empleará concreto con resistencia mínima de 210 kg/cm² si son colados en sitio. En la construcción de los elementos para los entresijos se empleará concreto de resistencia mínima de 350 kg/cm² y para el relleno de celdas de los bloques, se empleará concreto de 175 kg/cm².



3.4. Requisitos de los materiales para concreto

En esta sección, se detallan los requisitos que deben cumplir los materiales que se utilizarán en la producción del concreto, los cuales no podrán utilizarse sin haberse demostrado previamente, por medio de un estudio elaborado por algún laboratorio de materiales, que los mismos se ajustan a estas especificaciones y que han recibido la aprobación del inspector.

3.4.1. Cemento

El cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en la norma oficial contenida en el Decreto Ejecutivo No. 32253-MEIC, publicado en La Gaceta No. 49 del 10 de marzo del 2005.

El cemento para emplear en las mezclas de concreto será cemento Portland tipo 1-RTCR y deberá cumplir en todo con las especificaciones correspondientes de la ASTM C-150 para cemento tipo 1. La resistencia a la compresión será de 280 kg/cm² como mínimo, medida a los 28 días según la norma ASTM C-109. El tiempo de fragua inicial deberá estar entre 45 y 375 min, determinado con la prueba Vicat ASTM C-191.

Debe llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar evidencias de endurecimiento. El contratista deberá proporcionar los medios adecuados para el almacenamiento y protección del cemento contra la humedad. Esto deberá incluir como mínimo la construcción de una tarima que permita estibar el cemento a 15 cm del suelo y en grupos de no más de 10 sacos uno sobre el otro. No se aceptará el uso de cemento que llegue a la obra, en caso de lluvia, sin mantedado, ni el que se descargue bajo lluvia, por más ligera que ésta sea. Se rechazará todo el cemento que por alguna causa hubiere llegado a fraguar parcialmente o que contenga terrones aglutinados.

No se permitirá usar el cemento proveniente de bolsas abiertas y usadas, ni el cemento recuperado del desperdicio propio de la manipulación de descarga, movimiento y almacenamiento del mismo. A no ser que fuese permitido por el inspector, en la obra deberá emplearse el producto de una sola fábrica y de una misma marca o tipo.

Cemento rechazado, mojado, y manipulación de este (limpieza de camiones, carretillos, etc.), no podrán lavarse directamente en el suelo o depositarlo en cualquier sitio como desecho. El contratista deberá cumplir con las Especificaciones Técnicas Ambientales y Sociales de este pliego.

3.4.2. Agua

El agua por emplear en la mezcla de concreto será limpia y libre de grasa o aceites, de materias orgánicas, álcalis, ácidos o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto y del acero de refuerzo. Además, el agua para la mezcla del concreto preesforzado, si lo hubiese, incluida la porción de agua de la mezcla que contribuye en forma de humedad libre en los agregados, no debe contener cantidades perjudiciales de iones cloruro.

3.4.3. Agregado grueso

Todo el agregado grueso deberá ser piedra quebrada de procedencia bien conocida tanto para el contratista como para el inspector.



El material consistirá de partículas duras y durables, piedras o gravas triturados y tamizados para obtener el tamaño y graduación solicitados. Este material no podrá contener partículas orgánicas, grumos ni terrones de arcilla.

Su tamaño máximo no deberá exceder de un tercio del espesor de las losas y las paredes, un quinto de ancho de vigas a columnas, tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo individuales o empaquetadas o la mitad de la distancia entre barras longitudinales y formaletas. Además, todas las partículas deberán pasar por la malla de 1,9 cm; excepto en placas de fundación donde esa dimensión puede incrementarse a 2,5 cm.

El peso unitario del agregado envarillado deberá ser mayor que 1300 kg/m³ de acuerdo con ASTM C-29 y la pérdida por peso debido a abrasión será menor que el 50% según ASTM C-131. Las partículas friables y el material que pasa la malla No. 200 (0,075 mm) no deben exceder 0,5% y 1% respectivamente. En la prueba de sanidad, el agregado no deberá tener una pérdida por peso de 12% cuando se utilice sulfato de sodio y 18% cuando se utilice sulfato de magnesio. La graduación del agregado grueso deberá cumplir con la tabla siguiente, en porcentaje por peso. Los números inferiores indican la graduación correspondiente según la norma ASTM C-33.

Que pase malla	Cuarta			Cuartilla		Quinta
	Gr. 5	Gr. 56	Gr. 57	Gr. 6	Gr. 67	Gr. 7
38 mm	100	100	100			
25 mm	90-100	90-100	95-100	100	100	
19 mm	20-55	40-85		90-100	90-100	100
13 mm	0-10	10-40	25-60	20-55		90-100
9,5 mm	0-5	0-15		0-15	20-55	40-70
No. 4 (4,75 mm)		0-5	0-10	0-5	0-10	0-15
No. 8 (2,36 mm)			0-5		0-5	0-5

Los agregados con cualesquiera graduaciones provenientes del mismo proveedor o de diferentes y que cumplan con las especificaciones relativas a resistencia y limpieza, podrán ser mezclados en la obra para obtener una curva granulométrica mejor ajustada a las máquinas y métodos ahí empleados.

3.4.4. Agregado fino

Se puede usar cualquier tipo de arena en la confección del concreto siempre que cumpla con las especificaciones de esta sección. Como máximo, el 5% de las partículas deben pasar la malla No. 200 y no más del 1% debe corresponder a partículas deletéreas, pero si el material que pasa esa malla es polvo de piedra proveniente del beneficiado de la roca, el primer límite puede ser aumentado al 7%. La graduación de los tipos aceptados de arena será la que indica en la tabla siguiente, en porcentaje por peso según ASTM C-117.

Que pase malla	Arena
9,5 mm	100
No. 4 (4,75 mm)	95-100
No. 8 (2,36 mm)	80-100
No. 16 (1,2 mm)	50-85



No. 30 (0,6 mm)	25-60
No. 50 (0,3 mm)	5-30
No. 100 (0,15 mm)	0-10

No más del 45% por peso deberá ser retenido entre dos mallas consecutivas. El módulo de finura de la arena deberá estar entre 2,3 y 3,1. En la prueba de sanidad, el agregado fino no deberá tener una pérdida por peso de 10% cuando se utilice sulfato de sodio y 15% cuando se utilice sulfato de magnesio.

Si fuera necesario, se podrán mezclar agregados de diferente procedencia para mejorar la graduación general de la mezcla, siempre y cuando individualmente satisfagan con los requisitos aquí establecidos.

3.4.5. Proporcionamiento y mezclado del concreto

El proporcionamiento del concreto deberá hacerse preferiblemente por peso, pero el contratista podría ser autorizado por el inspector a proporcionar por volumen en el sitio de las obras. En tal caso deberá hacer las correcciones necesarias para tomar en cuenta la humedad libre en los agregados y previo a la aprobación, ejecutará colados de prueba. El proporcionamiento por volumen deberá ajustarse a unidades de saco de cemento completo. La primera carga que se introduzca en la batidora deberá tener un exceso de cemento, arena y agua sobre lo establecido por la dosificación, para compensar el mortero que normalmente se adhiere a la cara interior del tambor de la batidora. Cada vez que el mezclado de concreto se interrumpa por más de dos horas, la batidora deberá lavarse y limpiarse.

Todo el concreto con resistencia de 350 kg/cm², el premezclado y el elaborado en plantas de fabricación, deberá proporcionarse por peso. Las batidoras deberán ser del tipo de tambor y girar a la velocidad recomendada por el fabricante.

Los agregados gruesos se colocarán de primero en la mezcladora, seguidos de la arena y luego del cemento; el agua se introducirá de último. El mezclado durará por lo menos 90 segundos después que todos los materiales hayan sido vertidos dentro de la batidora, si su capacidad es igual o menor que 1,5 m³; sobre eso, el tiempo de mezclado se aumentará en 45 segundos por cada metro cúbico o fracción adicional de capacidad. Se permitirá el empleo de concreto premezclado, si se siguen las instrucciones de ASTM C-94.

El contratista debe contar con un mínimo de dos mezcladoras de 500 litros de capacidad mínima cada una, para asegurar un colado continuo e ininterrumpido. Las mezcladoras y demás equipo necesario para el transporte, colocación y compactación del concreto deben estar en perfectas condiciones de trabajo y mantenimiento para evitar interrupciones durante el colado del concreto.

En ningún caso se agregará posteriormente al concreto más agua que la provista durante el mezclado. En el caso del concreto premezclado que tenga que ser acarreado grandes distancias en época de temperatura alta, se podría autorizar el suministro de una cantidad de agua mayor al batir, para tomar en cuenta la evaporación durante el trayecto.

3.4.6. Aditivos

En caso de utilizarse, los aditivos deben ser aprobados previamente por el inspector y en su empleo se seguirán las recomendaciones de la casa fabricante.



El aditivo por usar debe ser de marca y propiedades conocidas y llegar al sitio de la construcción en sus envases originales, así como cumplir con las especificaciones de la ASTM C-494-68 "Especificaciones para aditivos químicos para concreto".

Si se usa un aditivo en la mezcla, éste debe ser apropiado para obtener una mayor plasticidad, densidad y trabajabilidad del concreto y de esta forma aumentar su resistencia final. Debe además servir para retardar la fragua inicial de acuerdo con las condiciones climáticas del sitio. Bajo ningún concepto podrán usarse aditivos que contengan cloruro de calcio. El aditivo por usar debe ser aprobado previamente por el inspector y en su empleo se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Si el contratista se propone usar concreto premezclado, éste debe cumplir en todo con las especificaciones ASTM C-94, última revisión y debe reunir todas las condiciones indicadas en estas especificaciones.

3.5. Colocación del concreto

Antes de proceder a la colocación del concreto, el ingeniero inspector podrá revisar los encofrados y moldes, el refuerzo de acero, la disposición y recubrimiento de las varillas y todos los detalles relacionados con el colado de los elementos. Para tal efecto, el contratista deberá notificar al ingeniero inspector por lo menos con dos días de anticipación la fecha aproximada en que se propone iniciar el colado y el tiempo aproximado que requerirá dicho trabajo. Esto también regirá para el colado de elementos prefabricados en planta.

El contratista no procederá a la colocación del concreto sin la autorización del inspector, de su representante personal o del superintendente, ni sin la presencia de este último. Tampoco podrá iniciar la chorrea sin la presencia del laboratorio para la toma de revenimientos y cilindros de concreto para efectuar las pruebas de resistencia, ni sin haber presentado los resultados de las pruebas de resistencia de las varillas.

El contratista debe disponer del equipo necesario y adecuado para la fácil y rápida colocación del concreto, equipo de bombeo o similar, etc. El inspector deberá aprobar previamente el equipo que se propone emplear el contratista. Las tuberías para bombeo de concreto serán preferiblemente de acero: si se fuera a usar de aluminio se deberán tomar precauciones para evitar la erosión de los conductos y la producción de gas. Mangueras flexibles podrán emplearse en cambios pronunciados de dirección, en tramos difíciles o en la descarga, lejos de la bomba por lo menos 15 m.

La segregación del concreto deberá evitarse en todo momento, no debiendo caer libremente de una altura mayor de 1,2 m; se podrán emplear canalones inclinados o embudos para suavizar su trayecto. Si se emplean tubos para bajar el concreto, no serán de un diámetro menor de 15 cm. Estos tubos se mantendrán llenos de concreto, con el extremo inferior embebido en el concreto ya depositado.

No se permitirá depositar el concreto en un solo lugar para después extenderlo en el encofrado. Las zonas de descarga no podrán ser de más de tres metros de largo, y deberán estar cubiertas en lámina de metal. El concreto utilizado en elementos estructurales (columnas, vigas, fundaciones, etc.) se colocará en el encofrado inmediatamente después de mezclado (no más de 15 minutos posteriores a la colocación del cemento en el tambor), en capas horizontales no mayores de 30 cm de grueso. Debe tenerse especial cuidado en llenar el encofrado al máximo posible y en que el concreto sea colocado en forma continua para evitar la formación de planos de falla.



Cuando se coloque concreto fresco junto a concreto endurecido, deben dejarse llaves de cortante, así como aditivos apropiados para garantizar la adherencia entre ambos concretos. Estas situaciones deben ser previstas y aprobadas por el inspector.

No se permitirá la colocación del concreto premezclado con más de dos horas de haber salido de la planta, debiendo de coordinar que este plazo no se exceda, ya que no se permitirá el uso de dicho concreto. Además no podrá interrumpirse la chorro por un lapso mayor de 30 minutos originado por el término del vaciado de una chompipa y el inicio de la siguiente. El no cumplir con este requisito origina pedir la eliminación de lo chorreado o multar con dos veces el costo del elemento, esto a juicio de la inspección.

Cuando se esté haciendo concreto en sitio, no se permite que se mantengan las batidoras funcionando con concreto durante los períodos de descanso del personal, sea batiendo concreto o mortero. De no respetarse esta disposición, la inspección podrá ordenar botar todo lo que se encuentre en las batidoras dentro de estos periodos, ya sea que haya estado funcionando o haya estado parada, pero llena.

3.6. Vibrado del concreto

El contratista debe contar con un mínimo de dos vibradores de alta frecuencia para la compactación del concreto y debe tenerlos en perfectas condiciones de trabajo antes de cada colada. Todo el concreto debe compactarse mediante vibración.

El diámetro máximo del cabezote de los vibradores será de 6,0 cm, pero el contratista deberá tener además un vibrador con cabezote de diámetro no mayor de 2,5 cm para vibrar secciones delgadas de concreto o elementos densamente reforzados.

No deberá vibrarse la mezcla mucho tiempo para evitar la segregación. El concreto no debe ser vibrado si ya han transcurrido más de 10 minutos de haber sido colocado. Debe preverse que esta situación no ocurra. Debe tenerse cuidado de no introducir el vibrador, cuando el elemento que se chorro sea de gran espesor, en las capas inferiores de concreto que ya hayan perdido su condición plástica. El vibrador debe introducirse en forma vertical. No se deberá permitir usar el vibrador para transportar concreto de un punto del encofrado a otro, lo que puede producir segregación.

El concreto debe colocarse y vibrarse en capas no mayores de 30 cm, de tal forma que permita al aire atrapado escapar a la superficie sin dejar cavidades. La losa de los entresijos colada en sitio debe ser fundida con el debido cuidado: el concreto debe ser denso, trabajable y sin exceso de agua y debe ser colado y vibrado en tal forma que se obtenga una losa sólida, sin cavidades interiores o exteriores, impermeable por sí misma al paso del agua. El colado debe hacerse sin interrupción en la parte comprendida entre las juntas de construcción previamente fijadas. El vaciado en las columnas debe ser continuo. Preferiblemente, antes del colado se deben rociar con agua aquellos elementos capaces de absorber agua de la mezcla, tales como los bloques hechos de mampostería.

Cuando se atrase o suspenda la colocación del concreto por un tiempo tal que este llegue a fraguar, se proveerá una junta de construcción en el lugar en que se suspendió la colocación del concreto. La localización de la junta de construcción será determinada con anticipación y aprobada por el inspector. La colocación de concreto entre dos juntas se hará continua.



Las juntas de construcción serán formadas en planos perpendiculares a la dirección de los esfuerzos máximos y en las zonas de cortante mínimo. El concreto fraguado en una junta de construcción deberá saturarse con agua antes de la colocación del concreto fresco. Deberá también cubrirse ya sea con un adherente específico o al menos con una lechada de cemento, esto a criterio del ingeniero inspector.

En la subestructura, el concreto se colocará de manera que se formen juntas de construcción completamente horizontales y de ser posible en sitios no visibles de la obra terminada. En todo caso, cualquier amarre o junta debe contar con la aprobación escrita del ingeniero inspector. Cuando el elemento tenga como acabado el concreto aparente, el contratista coordinará con la inspección los puntos de corte de la chorrea, de tal manera que armonice en todo el proyecto. La inspección podrá solicitar, para estos casos, el uso de molduras, sean éstas de madera o algún otro material, sin costo adicional para la Universidad.

Tanto éstas como todo elemento que sirva de apoyo debe ser fundido por lo menos 48 h antes que los elementos que sustenten. Antes de proceder al colado del concreto, todos los encofrados o moldes deben limpiarse, con eliminación en ellos de toda basura o materia extraña, mediante aire comprimido o agua corriente.

No se permitirá en ningún caso la colocación del concreto fabricado en sitio después de transcurrir más de 45 minutos después de iniciada su preparación; tampoco será permitido renovar ese concreto agregándole agua o cemento para usarlo de nuevo. La colocación del concreto debe hacerse en tal forma que no se segreguen los materiales y evitando que se separen las diversas capas o se formen juntas de construcción inconvenientes.

En el caso de columnas y muros deberá emplearse la trompa de elefante, a fin de evitar segregación del material cuando éste sea lanzado a más de 80 cm.

No se permitirá el inicio de la construcción de las obras de concreto armado si el contratista no ha presentado a los inspectores el diseño de la mezcla realizado por un laboratorio de materiales reconocido y basado en los agregados que el contratista haya almacenado previamente en el sitio de la construcción o en la planta. Igualmente debe contar con todas las facilidades para el correcto curado de todas las obras de concreto armado y para mantener todas las superficies constantemente húmedas durante un lapso mínimo de ocho días.

3.7. Curado y protección del concreto

El concreto recién colado deberá ser protegido del sol, el viento y las temperaturas altas para evitar su agrietamiento prematuro. Cuando el agua libre haya desaparecido de la superficie, pero no más allá de 4 horas luego de haber sido efectuada la chorrea, se debe iniciar la cura, que se prolongará durante siete días como mínimo y terminará de manera paulatina, aunque el encofrado no haya sido removido.

Siempre y cuando sea posible se recomienda la cura del concreto por inundación, pero un rociado suave podrá ser empleado para humedecer las superficies. El empleo de membranas curadoras requiere la aprobación previa de los inspectores y deberá ser compatible con el concreto y con cualesquiera materiales de acabado que se apliquen posteriormente.

El procedimiento de cura no originará extra alguna. Sin embargo, no cumplir con el proceso de cura, dará cabida a un cobro por un monto igual al costo de los elementos no curados.



El concreto ya curado deberá protegerse de daños derivados de otras etapas de construcción. Las columnas, paredes y otras superficies expuestas deberán envolverse en lámina plástica para evitar las manchas debidas a concreto, mortero, herrumbre, pintura o aguas sucias. Si existiera peligro de golpes, el concreto terminado se rodeará con plywood o madera de un espesor proporcional a la magnitud del posible golpe. Los daños que se produzcan deberán ser arreglados por el contratista, por su propia cuenta.

El contratista deberá tener a disposición en el sitio de obra al menos 50m² de lona, polietileno u otro tipo de cubierta que a juicio del inspector sirva para proteger el hormigón en caso de lluvia. No se aceptarán para este uso las bolsas de cemento, las cuales deberán disponerse según las Especificaciones Técnicas Ambientales y Sociales.

Deberá tenerse especial cuidado para evitar el desconchado del concreto durante las operaciones de desformaletado. El contratista evitará a todo costo que sus trabajadores orinen sobre las superficies de concreto. Los inspectores exigirán el despido inmediato de cualquier empleado que sorprendan en este acto.

3.8. Reparación y limpieza

Si el concreto muestra desconchados, hormigueros u otro tipo de defecto superficial después de desformaletar, el contratista deberá realizar las reparaciones del caso.

Los morteros y lechadas para los resanes serán preparados con una parte de cemento gris y tres partes de cemento blanco; si una vez probada esta mezcla la coloración no empatara, los inspectores la variarán a su criterio. Los hormigueros deberán ser picados hasta llegar a concreto compacto. Después de la remoción de todos los fragmentos, la superficie se lavará y secará antes de la aplicación de un mortero de resane aprobado por la inspección. La profundidad de la reparación deberá siempre exceder de 2,5 cm y la forma tendrá que ser rectangular, con sus lados paralelos y los cortes perpendiculares.

Los orificios pequeños producidos por acumulaciones de aire, o huecos provenientes de la remoción de los lazos de unión de las formaletas, no requieren picado. El rascado con cepillo de acero y el lavado son los únicos tratamientos requeridos previamente al resanado.

En algunas situaciones especiales, el inspector podrá ordenar al contratista la demolición cuidadosa de secciones con hormigueros profundos, con el cuidado de no dañar ni golpear el refuerzo durante la demolición parcial. Luego de ello debe limpiarse la sección de material suelto y sustancias inconvenientes, aplicar pegamento epóxico MaxiStick 580 o equivalente en todas las superficies y colar con mortero o concreto, cuya resistencia debe ser al menos igual a la solicitada para el elemento que se está reparando. Todo material producto de demoliciones deberá ser colocado en los sitios aprobados por el Plan de Gestión Ambiental, la inspección y el regente ambiental.

En aquellos casos en los que la apariencia sea un aspecto fundamental y el concreto hubiera sido colocado descuidadamente, el inspector podrá ordenar su demolición total, independientemente de que los daños sean reparables desde el punto de vista estructural. El procedimiento de reparación debe ser sometido a consideración de los inspectores, luego de lo cual puede ser aprobado o rechazado. En este último caso, se procederá a la demolición inmediata de los elementos defectuosos.



Todo material producto de demoliciones deberá ser colocado en los sitios aprobados por el Plan de Gestión Ambiental, la inspección y el regente ambiental.

En aquellos elementos que vayan a quedar expuestos y en los que la apariencia de la superficie sea importante, los arreglos del acabado se iniciarán por lo menos tres semanas después de desformateados, cuando el concreto haya alcanzado su color final.

Si el concreto se ensuciara durante el proceso de la construcción, deberá lavarse inmediatamente con agua limpia y friccionarse con un cepillo de cerdas plásticas o vegetales duras. Se puede agregar detergente para remover el aceite o la grasa. No se permitirá borrar manchas por medio de lechadas de cemento aplicadas con brocha.

3.9. Juntas de construcción

El contratista debe obtener la aprobación del inspector para la localización de cualquier junta de construcción, previamente al colado. Las juntas deben ser ejecutadas cuidadosamente y localizarse en sitios donde no afecten la resistencia de la estructura, y espaciarse de acuerdo con el volumen de concreto a colar.

Todo el refuerzo adicional para juntas de construcción será suministrado por el contratista sin costo extra. En el caso de muros de retención las juntas de construcción llevarán una llave de cortante, continua, con un ancho de 7,5 cm y una profundidad de 5 cm. Si el muro hiciera a su vez la función de un muro cortante, las llaves tendrán cabezas adicionales intermitentes, que cubran un 50% de toda la longitud. El contratista proveerá el refuerzo adicional solicitado por el CSCR.

Las juntas de construcción en vigas se localizarán en el tercio medio, excepto en aquellas que reciban otras vigas o que estén sujetas a cargas concentradas grandes en las que se deberá evitar la presencia de juntas. Bajo ninguna razón se permitirán juntas en la zona comprendida entre la cara de la columna y dos veces la altura de viga. Las juntas de construcción de vigas deberán ser inclinadas a 45° o traslapadas a media altura. El contratista proveerá dovelas de refuerzo con una vez y media la resistencia a cortante de la sección, a través de la junta de refuerzo adicional; las dovelas deberán tener a cada lado longitud de desarrollo suficiente. Las juntas de construcción en las columnas deberán ser horizontales con una llave de cortante central que cubra por lo menos un 25% de la sección transversal.

En general, la superficie de contacto en las juntas descritas anteriormente deberá ser planchada; luego con el concreto aún fresco se picarán las áreas fuera de las llaves hasta una profundidad de 0,5cm para dejar una superficie rugosa. En ningún caso se deberá dejar el concreto lleno de rebabas o grumos medio sueltos en estas zonas y antes de la siguiente chorrea se deberá remover todo el material flojo y las basuras. Se debe humedecer la junta de construcción y cubrir la superficie con un adherente epóxico de alta resistencia.

Las juntas deberán quedar bien definidas con venillas plásticas o de madera fijadas a la formaleta.

Las losas estructurales de entepiso tendrán sus juntas en el tercio medio de su claro y consistirán en una llave continua de por lo menos 5 cm de alto y 2,5 cm de profundidad. No se pedirá refuerzo adicional para este tipo de juntas.



En el caso de losas de entrepiso sobre viguetas pretensadas, la junta se localizará perpendicular a los elementos prefabricados, salvo que el inspector la autorice longitudinalmente; en este último caso se cortará en el punto medio entre viguetas y si no estuvieran usando bloques, el espesor de la losa en la junta de aumentará en 3 cm. Las juntas de construcción en losas de entrepiso con viguetas pretensadas serán verticales, sin llaves, siempre y cuando el refuerzo sea continuo a través de la junta.

En elementos precolados se podrán usar juntas especiales pero se requerirá la aprobación previa de los inspectores. Cuando sea necesario fabricar piezas por secciones para facilitar su transporte, las uniones en campo podrán hacerse mediante postensión aplicada a través de superficies embadurnadas con pegamentos epóxicos, por medio de uniones soldadas de herrajes hechos de pletinas o perfiles de acero de soldabilidad normal o con uniones húmedas utilizando la adherencia del refuerzo corriente. En cualquier caso, la junta deberá estar en condiciones de resistir un cortante de por lo menos una vez y media la capacidad de la sección a ese tipo de acciones.

Los elementos precolados que trabajen principalmente a flexión y que requieran coladas horizontales para completar un espesor, deberán traer de fábrica aros suficientes a través de la junta horizontal, diseñados de acuerdo con el ACI 318, adicionales a los aros necesarios por tracción diagonal.

3.10. Juntas de expansión

Los rellenos para juntas de expansión premoldeadas se harán de acuerdo con la última revisión de la especificación ASTM D-994 y serán colocados de acuerdo con las indicaciones del fabricante, en las ubicaciones dadas en planos o por el inspector.

3.11. Recubrimiento de concreto

Salvo indicación en contra por parte del inspector, el recubrimiento máximo de concreto sobre el acero será de 10 cm. El recubrimiento mínimo será el que se indique en planos, o en su defecto en el Código ACI 318, según las características del elemento estructural que corresponda.

3.12. Concreto mezclado en tránsito

Se podrá usar concreto dosificado en seco en planta y mezclado en camino al sitio de la obra. Este concreto deberá cumplir con la designación C-94 de ASTM en su última revisión además de reunir todas las condiciones indicadas en estas especificaciones. El proveedor del concreto premezclado deberá de mantener un flujo continuo del mismo, tal que el intervalo de tiempo entre las diferentes entregas no exceda los 20 minutos en ningún caso. El contratista deberá proveer de personal que coordine el tránsito de esta maquinaria en la zona cercana a la obra y en la salida a la calle pública para evitar accidentes y trastornos al tráfico local. El proveedor deberá suministrar un reporte con los tiempos de salida de planta e inicio del colado para cada uno de los camiones transportadores.

3.13. Concreto mezclado a mano y en batidora

No se permitirá el mezclado a mano del concreto, excepto en casos muy especiales de elementos secundarios previamente calificados por el inspector. Sí se permitirá el mezclado del concreto en batidora, siempre que la proporción de la mezcla esté respaldada por un laboratorio calificado.

3.14. Transporte interno



Para llevar el concreto de la batidora al encofrado se usará equipo de capacidad adecuada y en número suficiente de modo que el volumen total de la carga se transporte rápida y continuamente, sin segregar la mezcla. Este equipo debe ser aprobado por el inspector.

3.15. Control de resistencia

La resistencia a la compresión del concreto se determinará mediante pruebas de laboratorio, basadas en las especificaciones de la ASTM, designación C-39, última revisión, para la prueba de compresión de los cilindros. Estos serán preparados bajo la supervisión del superintendente de acuerdo con las especificaciones ASTM C-31, última revisión, para la preparación y curado de los cilindros de prueba y designación C-172, última revisión, para la toma de muestras de concreto fresco. El laboratorio para la toma y el ensayo de las muestras deberá estar certificado ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA).

El contratista debe facilitar un mínimo de ocho moldes de acero para tomar las muestras y prestar toda la colaboración necesaria para obtenerlas. Deberá aceptar los valores de resistencia obtenidos en las mismas como ciertos. Salvo que el inspector autorice una cantidad menor, se tomarán como mínimo seis cilindros de prueba por cada fundida diaria. No podrán tomarse menos de tres cilindros por cada 20 m³ de concreto mezclado y colocado. El contratista llevará un diario de construcción en el cual anotará todos los datos relacionados con la colocación del concreto, los elementos fundidos, número y designación de los cilindros de prueba, su revenimiento, el número de batida y elemento estructural a que pertenecen y posteriormente anotará los valores de resistencia obtenidos, que deberá facilitar a los inspectores cuando así lo soliciten. Los cilindros de prueba deben ser representativos de toda mezcla empleada en una colada.

Si los resultados de las pruebas resultan defectuosos y los valores de la resistencia menores a los especificados, con una tolerancia máxima del 10% menor de la resistencia especificada en un 10% de las pruebas realizadas, el inspector podrá entonces ordenar demoler y reponer por cuenta del contratista cualquier obra de concreto que a su criterio haya sido afectada por la resistencia menor. Quedará a criterio del inspector y el diseñador estructural aceptar las partes de la estructura construidas con concreto de menor resistencia, si una revisión del cálculo o una prueba de carga demuestran que el elemento o la estructura mantienen la suficiente seguridad para resistir las cargas impuestas, en cuyo caso solo se aplicará la multa según la tabla del apartado siguiente.

3.16. Sanciones y multas

Si el concreto no cumple con los requisitos de estas especificaciones en cuanto a la resistencia se refiere, dentro de un límite del 10% del valor especificado en planos, el contratista deberá proceder a un curado posterior intensivo, según indicación y aprobación de los inspectores, por el número de días necesario para que el concreto defectuoso llene los requisitos de resistencia pedidos por las especificaciones.

En esta eventualidad, el contratista debe probar a satisfacción del inspector, con cilindros o muestras tomadas por él directamente en el concreto endurecido en las estructuras afectadas, que la resistencia de este concreto ha alcanzado el valor específico solicitado. En caso contrario debe continuarse con el curado siguiendo el procedimiento que se estaba empleando hasta que alcance ese valor.



Además del cumplimiento de lo requerido anteriormente, el contratista debe pagar las multas indicadas en la tabla siguiente por concepto de concreto que no cumple con las especificaciones indicadas. Dichos porcentajes están basados en el precio unitario por metro cúbico suministrado por el contratista en su oferta.

Diferencia bajo el pedido	Multa por cada m ³ afectado
Hasta un 3%	15% del precio unitario
De 3,1 a 6%	25% del precio unitario
De 6,1 a 10%	35% del precio unitario

Esta tabla se aplicará en los siguientes casos:

- Cuando el promedio de tres muestras consecutivas de una misma calidad del concreto, difiere del valor pedido en las especificaciones.
- Cuando en un grupo de cinco muestras se presentan tres o más bajo del valor pedido, aunque el promedio de las cinco muestras cumpla con la resistencia especificada. En este caso, para los efectos de la aplicación de la multa, se tomará como base el promedio de los valores obtenidos de las muestras que estuvieron por debajo del valor pedido en las especificaciones.
- Para el cálculo de la multa, el volumen afectado se calculará basado en el volumen total del concreto del que se tomarán las cinco muestras consecutivas.
- Cuando, habiéndose tomado solamente dos muestras, ambas dieron por debajo del valor pedido.
- Si la resistencia del concreto defectuoso, a pesar del curado intensivo, no alcanzare el valor especificado y resultare con una diferencia por debajo del valor pedido, mayor que el 10%, o si se encontraren defectos serios en el concreto, tales como hormigueros o huecos excesivos que afecten la resistencia de la estructura, juntas de construcción defectuosas, etc., y cuando el caso lo justifique a juicio de los inspectores, el contratista demolerá por su cuenta y riesgo todos los miembros estructurales defectuosos y afectados, sin derecho a reclamo alguno.

3.17. Pago de las pruebas adicionales de resistencia

En caso de inconformidad de parte del contratista con respecto a los resultados de las pruebas de compresión, realizadas como se indica en los párrafos 3-2 y 3-14, éste podrá solicitar, por escrito, al inspector que ordene sacar muestras del concreto rechazado y probarlos de acuerdo con la designación ASTM C-42, última revisión, "Obtención, preparación y pruebas de muestras de concreto endurecidos para resistencia a la compresión". Este trabajo será pagado por el contratista. Si los resultados de las nuevas pruebas confirman los resultados obtenidos las primeras pruebas, el contratista deberá aceptarlos como correctos, pero si los resultados de las nuevas pruebas son satisfactorios y se ajustan a los requisitos de calidad, el contratista no tendrá derecho a que se le reconozca tiempo o costo alguno.

3.18. Tolerancias

El contratista deberá ejecutar todo el trabajo de concreto (y de acero donde sea aplicable) con variaciones dimensionales dentro de las siguientes tolerancias:

3.18.1. Plomo

Para las aristas o superficies de columnas y paredes 5 mm en 300 cm.



3.18.2. Nivel

Para los fondos de vigas y losas 10 mm en 3 m de más o de menos; 15 mm de más o de menos en cada tramo o en 6 m. Se permitirá un máximo de 20 mm de más o menos en el largo total de la estructura.

3.18.3. Longitud

Para distancias entre columnas o paredes revisadas contra las dimensiones mostradas en los planos 2 cm de más o de menos en cualquier tramo o en 6 m, 4 cm de más o de menos en el largo total de la estructura.

3.18.4. Altura

Para diferencias de nivel entre la medida real y la especificada en los planos: 20 mm de más o de menos, 30 mm de más o de menos en el alto total de la estructura.

3.18.5. Aberturas

Localización de las líneas de aberturas en paredes o losas, 15 mm de más o de menos. Especial cuidado deberá tomarse en aquellas aberturas destinadas a puertas o ventanas con vidrios de seguridad en la que las dimensiones no deben diferir en 30 mm de más o de menos y los lados opuestos no deben diferir en más de 4 mm.

3.18.6. Sección transversal de columnas, vigas y muros

Para dimensiones menores de 50 cm se permiten 10 mm de menos hasta 15 mm de más, pero los lados paralelos no deben diferir en más de 10 mm. Para dimensiones mayores de 50 cm, 10 mm de menos o 20 mm de más, pero los lados paralelos no deben diferir en más de 10 mm.

3.18.7. Repellos

Se acepta hasta 10 mm de grosor promedio, con una tolerancia de 5 mm de más para el espesor medido en un punto específico.

3.18.8. Cimientos

Dimensiones horizontales sin formaletear, 10 cm de más o 2 cm de menos. Si se usa formaleta, 5 cm de más o 2 cm de menos; en espesores se tendrá el mayor de 5% del espesor o 3 cm de más; el mayor del 3% del espesor o 1,5 cm de menos.

3.18.9. Escaleras y gradas

Para un peldaño individual: contrahuella 3 mm de más o menos a partir de la altura promedio de la contrahuella, pero no difiriendo más de 2 mm de la contrahuella de cada peldaño adyacente; huella 8 mm de más o de menos pero sin diferir en más de 5 mm de cada huella adyacente.

3.18.10. Concreto precolado

Las tolerancias para concreto precolado deben ser más rigurosas de acuerdo con las necesidades de cada sistema estructural; no obstante, la estructura terminada debe satisfacer los requisitos anteriores. En la sección de concreto prefabricado se dan instrucciones adicionales para la contraflecha de los elementos preesforzados y otras tolerancias.

3.19. Formaleta



3.19.1. Generalidades

El contratista deberá proveer todo el andamiaje y la formaleta requerida para la construcción de los miembros y estructuras de concreto mostrados en los planos.

La escogencia de los materiales para la formaleta corresponde al contratista en tanto éstos satisfagan los requisitos de diseño y comportamiento. También le corresponde el diseño de los encofrados y los andamios y será el único responsable de su seguridad, resistencia y calidad. El Contratista será el responsable en caso de accidentes a su personal y a terceros provocados por fallas de estas estructuras, para lo cual deberá contar con las pólizas de riesgos de trabajo y accidentes.

Las cuestiones relativas a las formaletas que no sean específicamente cubiertas en esta sección serán dilucidadas de acuerdo con la norma ACI-347 "Práctica recomendada para las formaletas para concreto".

3.19.2. Materiales

Con la excepción de los puntales, de los paneles con bastidor metálico y de los moldes metálicos de las plantas de prefabricación, todos los materiales destinados a la formaleta y obra falsa deben ser nuevos y cumplir con los requisitos que se dan a continuación:

3.19.3. Requisitos mínimos para madera y otros materiales

Madera en general

Todas las tablas, tablones, venillas, ochavos, etc., en contacto con la superficie del concreto deberán ser cepilladas. La madera para formaleta de concreto expuesto deberá ser lijada excepto cuando se emplee contrachapado. La madera de cuadro para postes, vigas u otros elementos soportantes deberá estar libre de nudos y grietas. En aquellos casos en que la superficie quede expuesta, no se permitirá el empleo de madera que produzca manchas en el concreto.

Madera contrachapada

Cuando se emplee, deberá ser del tipo corriente, de primera clase. Si se va a emplear como forro para formaletas de tabla o tablón su espesor puede ser de 4 mm; en los demás casos se exigirá un espesor mínimo de 12 mm.

La lámina que se emplee como forro de formaletas de tabla o tablón deberá ser al menos calibre 18; el espesor de la lámina usada en formaletas metálicas sin respaldo de madera deberá aumentarse de acuerdo con el diseño.

Las uniones entre las planchas pertenecientes a un mismo panel o molde serán soldadas a tope y esmeriladas, sin dejar la posibilidad de salida del mortero.

El acero empleado en las formaletas debe tener un límite mínimo de fluencia de 2320 kg/cm². Todas las superficies de acero en contacto con la de concreto deben estar limpias y libres de herrumbre o pintura en el momento de la chorroa. Si se pidieran ochavos para los cantos, también deberán ser de acero.



Plástico

El recubrimiento plástico para las formaletas deberá ser de ABS (copolímetro de nitrato de acrílo-butadieno-estireno), PVC (cloruro de polivinilo) o fibra de vidrio, con un espesor mínimo de 1,6 mm y una dureza superficial mayor de 50 según se determina con la norma ASTM D785. Se aceptarán pegas por traslape únicamente cuando el fabricante lo permita; en todos los demás casos se exigirán uniones a tope cementadas con pegamentos apropiados.

Formaleta para concreto expuesto liso

Los costados y fondos de la formaleta para concreto que vaya a quedar expuesto a la vista con la cara lisa deberán construirse de madera contrachapada; se aceptarán encofrados de tabla, tablón o paneles siempre y cuando se enchapen con madera contrachapada o con láminas plásticas o metálicas. La fijación de los enchapes deberá hacerse de tal manera que no se produzcan marcas en la superficie del concreto. Los forros plásticos deberán exponerse a los rayos solares durante las dos horas previas a su fijación contra el entablillado o los paneles; el trabajo de colocación deberá terminarse antes de que los plásticos se enfríen.

Si algunas de las aristas de la madera contrachapada fuera a quedar en contacto con el concreto fresco, deberá recubrirse con un buen sellador plástico.

Todas las juntas a tope de láminas plásticas de más de 4 mm de espesor deberán sellarse con una banda de espuma de poliuretano. Las juntas de láminas de acero deberán soldarse y esmerilarse.

Formaletas para concreto expuesto texturado

Los costados de la formaleta para concreto expuesto a la vista y que requiera alguna textura, deberán ser recubiertos con lámina plástica con corrugado o textura especial, con esteras o cuerdas o deberán aplicarseles aditivos inhibidores de fragua superficial, según se pida en los planos y especificaciones arquitectónicas.

La fijación de las láminas plásticas a los entablillados o a los paneles deberá hacerse con grapas de 19 mm colocadas cada 15 cm c.a.c., en ambas direcciones, clavándose paralelas a las estrías. Si la fijación se hiciere contra formaletas revestidas con lámina de acero, se emplearán pegamentos apropiados siguiendo las instrucciones de los fabricantes de la lámina plástica.

Si se usaran cuerdas o esteras se fijarán de la misma manera que las láminas plásticas; en este caso no se podrán unir a formaletas forradas con planchas metálicas.

Cuando la textura especificada consista en concreto con agregado expuesto, el acabado se logrará mediante la aplicación a las formaletas de inhibidores de fragua superficial, con características tales que no se deslicen lo largo de los moldes. Antes del empleo de estos agentes se requerirá la aprobación de los inspectores.

El contratista puede usar otros tipos de formaleta diferentes a los descritos en estos párrafos, pero debe presentar de previo un detalle de ellos, para que los inspectores lo estudien y lo aprueben o rechacen si así lo creen conveniente a los intereses de la Universidad.



Donde lo indiquen los planos, la cara interna de la formaleta llevará un moldurado con el fin de lograr bajorrelieves en la superficie del concreto. En estos casos y en todos aquellos en que se indique acabado de concreto aparente o martelinado, se exigirá un cuidado extremo para eliminar la posibilidad de defectos u hormigueros.

En general, las vigas y las placas de fundación deben ser formaletadas. Podría usarse el terreno como formaleta siempre y cuando se cuente con la aprobación del ingeniero inspector. Cuando haya que formaletar en excavaciones profundas, los cortes deben protegerse adecuadamente con ademes.

Erección de las formaletas

Los tableros deberán fijarse contra la estructura soportante; el andamiaje, el contraventeo y el encofrado diseñados de tal manera que resistan todas las cargas gravitatorias de los laterales y las originadas por el colado del concreto.

Serán diseñados para resistir adecuadamente las cargas horizontales y verticales que procedan. La formaleta y su soporte no deben ser apoyados sobre ninguna parte de la estructura terminada sin la autorización escrita del inspector. Todos los claros de la obra falsa tendrán una contraflecha de $1/360$ del claro para compensar el encogimiento o asentamiento.

El andamiaje y la obra falsa deberán construirse con madera de cuadro semidura, con un espesor mínimo en cadenillos y postes de 5 cm, canales de chapa delgada doblada en frío, perfiles doblados en caliente y puntales metálicos patentados, en este último caso siguiendo fielmente las indicaciones de los fabricantes. Para el contraventeo se pueden usar reglas semiduras iguales o mayores a 2,5 x 7,5 cm de sección, así como tensores de acero; siempre se exigirán algunos elementos tubulares o de sección mayor que arriostren más eficientemente la obra falsa.

Todos los elementos soportantes verticales o inclinados requieren de zapatas continuas o individuales, diseñadas para resistir la totalidad de las cargas sin que se hundan en el suelo o en el piso.

La formaleta debe ser construida y erigida de tal forma que pueda ser removida sin que golpee, pique o desportille el concreto ya colado. Juntas colapsables o acuñadas con un mínimo de clavos serán preferibles a juntas difíciles de remover o densamente clavadas o apemadas. Si se usaran clavos como medio de conexión, sus cabezas deben dejarse un poco alejadas de la superficie de los moldes para facilitar el desclavado.

A todas las aristas de elementos con acabado de concreto aparente, expuestas o no a la vista, se les deberá achafianar usando ochavos de madera, acero o plástico de forma triangular y de 13 mm de lado, como mínimo; en columnas el inspector podrá pedir 25 mm, en especial cuando estén ubicadas en área con mucho tránsito. Estos ochavos deberán fijarse fuertemente a los tableros de la formaleta para evitar la filtración del concreto fresco a través de las juntas. Si los moldes fueran metálicos, los ochavos obligatoriamente deberán ser de ese mismo material, soldados; su uso podrá omitirse en aquellas aristas de los moldes que sean redondeadas por efecto del doblado de la lámina con la que fueron construidos.



Los cortes en las chorreas producidos por las juntas de construcción deberán delimitarse claramente mediante el empleo de venillas de madera o plástico en una profundidad que no exceda de 1 cm y un alto o ancho de 1 cm mínimo. Si en los planos se indicara una profundidad o altura mayor de la sisa, el contratista aumentará acordemente las dimensiones de los miembros estructurales de manera que no se reduzca en más de 10 mm el recubrimiento especificado.

Las formaletas de cualquier material destinadas a la fabricación en serie de elementos precolados deberán verificarse cada 10 usos en lo que a su estabilidad dimensional se refiere.

Antes de la erección, los paneles o tableros de la formaleta que van a estar en contacto con el concreto serán recubiertos con agentes desmoldantes. Productos patentados o mezclas hechas por el contratista y respaldadas por una gran cantidad de usos exitosos previos, podrán usarse con ese objeto, aún sin la aprobación de los inspectores, pero el contratista será el único responsable de su comportamiento. Esta responsabilidad debe abarcar la seguridad de que el producto usado no manche la superficie ni desmejore sus propiedades de adherencia.

Toda la formaleta tendrá registros o ventanas que faciliten la remoción de escombros y basuras y el colado del concreto; tales aberturas tendrán tapas prefabricadas del mismo material, de la formaleta instaladas antes de que el concreto llegue a sus inmediaciones.

Cuando la superficie del concreto esté inclinada más de un 50%, o cuando haya una presión del material fresco que tienda a hacerlos eructar, se requerirá la construcción de formaletas que lo confinen y en las que se abrirán huecos de 4,8 mm de diámetro cada 30 cm c.a.c., en ambas direcciones, para facilitar la evacuación del aire que se desplaza con el concreto.

Los costados de la formaleta deberán separarse y a su vez fijarse con lazos o separadores de acero patentados o hechos por el contratista. Deberán ser fáciles de cortar y de remover después del desformaletado y los huecos dejados por ellos deberán tener un diámetro menor que 19 mm.

Sólo se permitirán los lazos o separadores fracturables y que no deterioren la superficie del concreto con su herrumbre. Los separadores que requieran cortarse con soplete a ras de superficie quedan específicamente prohibidos.

En las formaletas para concreto que va a ser enchapado o repellido, se podrán usar separadores de varilla topados contra los costados o tensores de alambre de amarrar, en cuyo caso se deberán eliminar los restos que queden sobre la superficie lo más pronto posible y se pintarán para evitar su corrosión.

Ningún concreto será vaciado dentro de moldes de madera secos. Desde un día antes del colado, las formaletas ya recubiertas con desmoldante, deben mantenerse húmedas rociándolas o regándolas con agua limpia. Aún así se recomienda el humedecimiento de todos los componentes del encofrado tales como tableros, puntales, paneles, etc., a lo largo de todo el período de erección para evitar su encogimiento y posterior filtración del mortero durante la chorrea.



Antes de la chorrea del concreto, la estanqueidad de todas las formaletas deberá ser revisada y los fondos barridos empleando aire comprimido o agua a presión.

Durante estas operaciones de limpieza se deberá tener cuidado de no mover el refuerzo, los accesorios o herrajes o las formaletas mismas. Toda tabla para usar en formaleta debe tener 25 mm de espesor como mínimo, salvo que los inspectores aprueben otros espesores en casos específicos.

3.19.4. Desformaleteo

La operación de remover la formaleta se iniciará cuando el concreto haya endurecido lo suficiente, de manera que su seguridad estructural, rigidez y apariencia no se vean afectados.

Haciendo caso omiso de cualesquiera aditivos empleados, los siguientes son los períodos durante los cuales las formaletas deben quedar en contacto con el concreto después de colado:

- | | |
|---|---------|
| • Costados de vigas, muros, paredes y columnas a repellar o enchapar: | 2 días |
| • Costados de vigas, paredes y columnas con acabado de concreto expuesto: | 4 días |
| • Fondos de losas con claros menores de 3,6 m: | 8 días |
| • Fondos de losas con claros mayores de 3,6 m: | 14 días |
| • Fondos de vigas construidas sobre o bajo mampostería: | 8 días |
| • Fondos de vigas, con claros menores de 6 m: | 14 días |
| • Fondos de vigas con claros mayores de 6 m: | 21 días |
| • Fondos de voladizos: | 21 días |

Las cargas debidas a formaletas y armadura así como el tráfico ligero de trabajadores pueden ser resistidas por las vigas, columnas y muros del piso inferior a partir del momento en que se remueva su obra falsa; pero las cargas del concreto fresco del piso que se chorrea sólo podrán ser resistidas por el piso inferior sin cimbras después de 21 días de colado. No se deben apoyar pesos grandes provenientes del concreto fresco de vigas, columnas y muros del nivel superior sobre las losas o vigas del entrepiso inferior sin apuntalarlo.

Todo lo expresado en estos párrafos se refiere a entresijos de áreas, formas y volúmenes semejantes; si hubiera sido originado por discontinuidades grandes, se deberá consultar con los inspectores. Cuando se vayan a apoyar cargas originadas por el proceso de construcción sobre voladizos, estos deberán estar apuntalados.

Cuando algunos cilindros quebrados en el laboratorio de la inspección a los 7 ó 14 días ofrezcan dudas acerca de la resistencia final del concreto, los inspectores pueden pedir al contratista que mantenga los miembros estructurales soportados por la obra falsa por períodos mayores a los requeridos en estas especificaciones.

Los empleados del contratista deberán ser cuidadosos al remover las formaletas en contacto con la superficie del concreto; el uso de mazos, picos o patas de chanco no será permitido. El concreto descubierto no debe presentar desportilladuras ni huellas ocasionales por el empleo de herramientas.

3.19.5. Reutilización de la formaleta

De acuerdo con la calidad de los materiales usados en la formaleta y obra falsa, así como con el trato adecuado que se les dé, el contratista podrá usar la formaleta más de una vez.



Sin embargo, los inspectores la revisarán previo a cada nuevo uso. En ningún caso se autorizará el empleo más allá de dos veces de los enchapes de madera contrachapada de 4 mm de espesor.

En las superficies en las cuales la uniformidad del color sea fundamental, el uso mezclado de paneles nuevos y usados queda prohibido.

Después del desformateo, las formaletas serán limpiadas en un sitio acordado con la inspección, quitándoseles todas las rebabas de concreto, los clavos, pernos, alambre, etc., desechos que luego serán depositados en el sitio acordado para su disposición final. La estanqueidad de las juntas deberá ser restaurada antes de recubrirlas con desmoldante o preservantes. Los tableros y paneles deberán almacenarse a la sombra, donde no los afecten los rayos solares, para evitar el alabeo o la apertura de las juntas. Si se estuviere empleando formaleta de acero, sus superficies se recubrirán con aceite después de la limpieza y así se mantendrán hasta su nuevo uso.

3.20. Acabado de las superficies de concreto

El contratista hará paneles experimentales de los acabados del concreto y una vez aprobados éstos por los inspectores, el resto del trabajo deberá tener calidad comparable.

3.20.1. Acabado de formaleta corriente

La superficie de concreto no expuesta a la vista puede quedar como lo deja la formaleta, con los lazos de la formaleta cortados y los huecos dejados por ellos rellenos con mortero; las rebabas mayores de 5 mm sí deben ser removidas.

3.20.2. Acabado expuesto liso

Al concreto expuesto a la vista deberá removérsele todas sus rebabas, sus lazos deben ser cortados y los huecos dejados por ellos serán rellenos con mortero. Después se esmerilará con carborundum o un abrasivo similar toda la superficie que va a quedar expuesta. Ni durante esta operación, ni después de ella se debe aplicar ningún recubrimiento cementoso. Al desencofrar, la superficie debe quedar lisa al tacto y uniforme en color y textura.

4. ACERO DE REFUERZO

4.1. Generalidades

El contratista deberá proveer todos los materiales, herramientas, equipos, accesorios y mano de obra para ejecutar el trabajo de acero de refuerzo indicado en los planos y según estas especificaciones.

Para aquellos aspectos del trabajo de acero de refuerzo no expresamente indicados en los planos o cubiertos en esta sección, se aplicarán las recomendaciones del "Manual of Standard Practice for Detailing Reinforced Concrete Structures" (ACI-315) y del Código Estándar del ACI para edificios de concreto armado "Building Code Requirements for Reinforced Concrete" (ACI-318).

El contratista deberá entregar a los inspectores muestras de los materiales que va a emplear en la obra para las pruebas correspondientes.



4.2. Materiales

4.2.1. Varillas de refuerzo

Acero grado 60: Deberá cumplir con la norma ASTM A-706. Se podrá utilizar acero ASTM A-615 grado 60 $f_y=4200$ kg/cm², siempre que la relación entre la resistencia última real del acero y su límite de fluencia real sea al menos de 1,25, y el límite de fluencia real de las barras probadas no exceda en más de 1250 kg/cm² al especificado.

Acero grado 40: Deberá cumplir con la norma ASTM A-615 grado 40 $f_y=2800$ kg/cm². La relación entre la resistencia última del acero y su límite de fluencia real será al menos de 1,25, y el límite de fluencia real de las barras probadas no excederá en más de 1250 kg/cm² al especificado.

Las varillas lisas deberán cumplir con las mismas especificaciones, excepto lo referente al corrugado.

En el caso de aceros sin meseta de fluencia, se tomará como límite de fluencia el correspondiente a una deformación unitaria de 1,0%.

Para la realización de pruebas, la inspección tomará una muestra de varilla de un metro de longitud por cada lote de 400 m (o fracción) de varilla de cada uno de los diámetros, siempre que la cantidad de varilla de un diámetro dado para todo el proyecto exceda de 200 m.

Si el límite de fluencia o el peso de la varilla fueran insuficientes en más de un 6% de los valores nominales, el contratista deberá proveer mayor cantidad de refuerzo hasta restituir la capacidad del elemento sin costo adicional para el propietario y según las instrucciones de los inspectores. A criterio del inspector, si por una revisión estructural de los elementos involucrados se concluye que su capacidad, a pesar de que el límite de fluencia del acero sea menor al solicitado, es suficiente para las cargas a que están sometidos esos elementos, el contratista solo pagará una multa proporcional al doble del porcentaje de fluencia faltante, aplicada sobre el valor del acero colocado en los elementos.

4.2.2. Malla de alambre de acero soldado

Deberá cumplir con la norma ASTM A-185 "Mallas de alambre de acero soldado para refuerzo de concreto", deberán tener un límite de fluencia mínimo $f_y=4200$ kg/cm² definido como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0,35%.

4.2.3. Cable de preesfuerzo

Podrá consistir tanto de cables trenzados que cumplan con la norma ASTM A-416 "Cable de siete alambres trenzados, libre de esfuerzos residuales y sin recubrir para usar en concreto preesforzado", como de cables de alambres liso que cumplan con la norma ASTM A-421 "Alambre libre de esfuerzos residuales y sin recubrir para usar en concreto preesforzado".

4.2.4. Alambre negro

Se empleará para amarrar las armaduras y podrá ser de cualquier grado, número 16 por lo menos, bien conocido del contratista y los inspectores, y con una maleabilidad alta que facilite su doblado y trenzado.



Todas las barras, alambres y mallas deberán ser almacenados en burras, bien protegidas de la lluvia y la humedad del suelo, requiriéndose una distancia mínima de 30 cm entre el refuerzo y el suelo. Aparte de lo anterior los cables de preesfuerzo deberán mantenerse arrollados con sus envolturas de fábrica hasta el momento en que vayan a ser usados. Las etiquetas o pinturas de identificación deben quedar fácilmente accesibles y legibles.

El refuerzo, y en especial los aceros trabajados en frío, deberán protegerse en todo momento de las altas temperaturas, como las producidas por soldadoras, sopletes o crisoles. Los almacenes de refuerzo deberán estar separados de las herrerías o talleres de soldadura adyacentes, por paredes de madera o mampostería.

4.3. Planos de taller

Los planos y las notas estructurales se entiende que pueden ser empleados como planos de taller de acuerdo con la práctica local. Sin embargo, su uso exitoso depende de que el contratista pueda encontrar suficiente cantidad de varilla de 6 m y 9 m de largo; si no lo lograra y tuviera que variar la localización de los traslapes, tamaño del refuerzo o nivel de colocación, los inspectores podrán exigir la presentación de planos de taller elaborados por un ingeniero estructural. En este caso se suministrarán al contratista copias de los cálculos, diagramas de momentos y cortantes, etc., a precio de reproducción; el sueldo del ingeniero detallador correrá por cuenta del contratista.

El espaciamiento mostrado en los planos para barras o aros debe entenderse como medida centro a centro. Cuando se indique un número de varillas, este significará la cantidad total correspondiente al trazo o al grupo; excepto en el detallado de aros, cuando ese número se refiera a la cantidad total de espacios entre ellos.

4.4. Tolerancias

El contratista debe cortar y doblar las barras y mallas de refuerzo o cables de preesfuerzo de acuerdo con las siguientes tolerancias de fabricación:

- Barras rectas: 4 cm de más o menos en longitud.
- Barras con patas: 4 cm de más o de menos en longitud.
- Barras con patas a 90°: Para la pata 1 cm de menos ó 2 cm de más, medido desde la cara exterior de la porción recta restante.
- Barra con patas 135°: Lo mismo que para las anteriores, medido antes de doblar los últimos 45°.
- Aros: En dimensiones de menos de 50 cm, hasta 0,5 cm de más o de menos, pero con los datos paralelos sin diferir en más de 0,5 cm. Dimensiones de más de 50 cm hasta 1,0 cm de menos, 0,5 cm de más, pero con los lados paralelos sin diferir en más de 0,5 cm.
- Cable de postensión: Con anclajes de cuñas colocadas al tensar: no hay límites; con un anclaje fijo fundido con el concreto y otro deslizante: 3,0 cm de menos; 1,5 cm de más. Para los cables con alambres de cabezas troqueladas: los extremos de todos los alambres en un rango de 0,5 cm; para el cable completo: igual al anterior.
- Diámetro de doblado de varillas: Reducción de no más del 10% de lo especificado y ampliación de no más del 30% de lo especificado.



Asimismo, el contratista debe colocar las barras y mallas de refuerzo o cables de preesfuerzo de acuerdo con las siguientes tolerancias de colocación:

- Ubicación vertical: En losas 0,5 cm de más o de menos; 1,5 cm de más o de menos en los demás casos; medidos a partir del fondo de la formaleta pero sin alterar los recubrimientos más allá de lo tolerado.
- Ubicación longitudinal: 3,0 cm, de más o de menos pero sin alterar los recubrimientos más allá de lo tolerado.
- Ubicación transversal: 2 cm de más o de menos pero sin modificar los recubrimientos más allá de lo tolerado y manteniendo las separaciones entre varillas o paquetes en no menos de 0,5 cm del mínimo.
- Recubrimiento: 0,5 cm de menos; 1,0 cm de más.
- Separación de barras uniformemente espaciadas: 2,5 cm de más o de menos, pero el número total de varillas no debe reducirse; cuando hubiere obstáculos grandes el inspector podrá autorizar variaciones aún mayores pero se requerirá su aprobación previa.
- Separación de aros: 2,0 cm de más o de menos para separación igual o mayor a 10 cm, en los demás casos: 1 cm de más o de menos, pero el número total de aros no debe disminuirse. Cuando se coloquen viguetas pretensadas en canastas de refuerzos elaboradas, los inspectores podrán autorizar separaciones de aros mayores que las aquí definidas.
- Cable de preesfuerzo de viguetas pretensadas: 5 cm de más o de menos, en cualquier dirección; elementos postensados 0,5 cm de más o de menos con respecto al nivel especificado, pero con la condición de que dos puntos cualesquiera situados a un metro de distancia uno de otro, no tengan una diferencia de nivel mayor en 0,5 cm a la especificada en los planos.

4.5. Fabricación y colocación del refuerzo

Las barras de refuerzo corriente y las mallas deberán cortarse preferiblemente con guillotina o disco. El corte con gas se permitirá sólo si la sección donde se aplica se encuentra a más de 30 cm del inicio o del final de un dobléz. Para destensar los cables de preesfuerzo en bancadas de prefabricación se podrá usar también el corte con gas así como para eliminar los sobros de los cables con anclajes por cuñas; pero en este caso se deberá ejecutar la operación por lo menos a 15 cm del herraje.

Las barras se doblarán hasta alcanzar las formas indicadas en los planos. Todo el doblado deberá ejecutarse en frío; bajo ningún concepto se aceptará el calentamiento de las barras para darles la forma requerida. Las barras mayores que la No. 3 y que estén embebidas en concreto endurecido solo podrán doblarse con la autorización previa del inspector.

A menos que se indique diferente, todo el refuerzo deberá estar anclado apropiadamente en las vigas, muros y columnas de concreto o en las celdas rellenas externas de las paredes de mampostería que no tengan elementos de borde de concreto. Asimismo, todos los remates del refuerzo deberán ser cerrados mediante dobleces de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos.

El radio interno de doblado será como mínimo de cuatro veces el diámetro nominal de la varilla sobre la cual se ejecuta la operación para barras de No. 3 a No. 8, cinco veces para barras hasta No. 11 y seis veces para No. 14 y No. 18. Para los aros, el diámetro interno mínimo de doblado será cuatro veces el diámetro nominal de la barra que forma el estribo, si se tratare de varillas iguales o menos que la No. 8.



Para las mallas electrosoldadas el diámetro interno mínimo de doblado será de 4 veces el diámetro nominal del alambre, pero deberá hacerse a más de 5 cm de distancia de la línea de puntos de soldadura más cercana.

Cuando en los planos se indique la longitud de una pata no normalizada la medida se tomará desde la cara exterior de la porción larga de la barra hasta el extremo de la pata; salvo que en los planos se indique de otra manera, las patas normalizadas tendrán una longitud de 5 veces el número de la varilla expresada en centímetros y se medirá de la misma manera.

Los aros de varilla No. 2 llevarán patas a 135° de 6 cm de largo, medidos sobre la porción recta del doblado. Los demás aros llevarán patas a 135° de 7,5 cm de largo o 6 diámetros del aro, lo que sea mayor, medidos sobre la porción recta del doblado. El contratista deberá someter a la inspección al menos una muestra de cada tipo de aro a utilizar en el proyecto antes de proceder a la confección de la totalidad de los aros.

Antes de formar las canastas, todo el refuerzo se limpiará con cepillos de cerdas de acero para quitarle el herrumbre, se lavará con agua para eliminar el barro adherido y se removerá de alguna manera el aceite u otras materias que puedan afectar su adherencia.

Solamente se podrá usar refuerzo con un esfuerzo de fluencia de menor a 2800 kg/cm² en la confección de herrajes que requieran soldadura. Todo el trabajo de esta especie se hará siguiendo las instrucciones de la norma Código de soldadura estructural para el acero de refuerzo AWS D 1.4, de la American Welding Society.

Todos los cables de postensión que no sean del tipo de anclaje por medio de cuñas, deberán ser armados en fábrica y transportados al sitio de la obra en su estado final. Las cabezas de tensión serán piezas fundidas metidas dentro de los conos de lámina galvanizada corrugada con espesor de 0,026 cm con sus uniones a las vainas hermetizadas con cinta plástica autoadherente. En aquellos casos en los que el anclaje muerto se produzca por anclaje de alambres serpenteados, esta labor se deberá hacer con la maquinaria apropiada que asegure la forma y la longitud correcta, según se especifica en los planos; además, este tipo de anclaje podrá ir hecho de fábrica. Ambos extremos del cable irán rodeados de una espiral de varilla # 4 con peso de 5 cm con el diámetro y la longitud que se indica en los planos.

Si el cable fuera hecho de alambres en número mayor a cuatro, se deberán colocar los alambres en dos capas concéntricas separadas por una espiral de alambre galvanizado con el peso, diámetro y espesor que el fabricante recomiende. Si los cables fueran tan largos que su longitud exceda la de los medios de transporte disponibles, se podrán arrollar para su acarreo en bobinas de 3,0 m de diámetro como mínimo.

Salvo que en planos se detalle explícitamente de otra forma, el recubrimiento del refuerzo debe estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Concreto colado en obra

Concreto colado contra el suelo, laterales y superiores de cimientos	7,5 cm
Concreto colado contra sello, fondos de cimientos, placas corridas	5,0 cm
Aros en vigas para mampostería y otras vigas de 12 cm de espesor o menos	2,0 cm



Aros en otras vigas de 15 cm de espesor o menos	2,5 cm
Aros en vigas principales	3,5cm lateral 5,0 cm otros
Aros en columnas	3,5 cm
Pisos, caras expuestas al suelo o al agua de tanques	4,0 cm
Muros de retención	4,0 cm
Muros y losas	2,5 cm
Cables de postensión	4,0 cm

Concreto precolado en planta

Nervaduras, losas	1,5 cm
Cables trenzados de pretensión	2,0 cm
Cables de postensión	4,0 cm

En el caso de que haya condiciones particulares que amenacen corroer el refuerzo, el inspector podrá ordenar que se aumente el recubrimiento ampliando las dimensiones del miembro afectado, o buscará un medio de protección especial.

Los traslapes tendrán las longitudes señaladas en las notas estructurales de los planos. Cuando se requiera empalmar barras denominadas continuas o corridas en los planos, los traslapes se desplazarán unos con respecto a los otros, separándose por lo menos una distancia igual a 30 diámetros de la barra de refuerzo, sin permitirse empalmar en una misma sección más del 50% del acero en tensión o compresión. No se permitirá el empleo de empalmes soldados.

En ningún plano de refuerzo debe haber más de dos varillas adyacentes, las cuales deberán estar en contacto en toda su longitud.

La separación neta entre barras individuales no debe ser menor que el diámetro de la varilla, 25 mm o el 133% del tamaño máximo del agregado, la que sea mayor.

Cuando se trate de separaciones entre atados de barras para efectos de la anterior regulación se entenderá como diámetro de la varilla 1,4 veces el diámetro nominal de la barra mayor, si se trata de un paquete de dos barras; 1,7 veces el diámetro nominal de la barra mayor, si se trata de un paquete de tres barras; y 2 veces el diámetro nominal de la barra mayor, en el caso de un paquete de cuatro barras. En el caso de vigas deberá hacer un espacio de por lo menos 7 cm entre el refuerzo superior para colocar el concreto y sumergir los vibradores. Este requisito se podrá obviar en una distancia de un metro a cada lado de las caras de las columnas.

La separación entre alambres de pretensión será de cuatro veces su diámetro nominal; entre cables de alambre trenzado dicha separación será de tres veces su diámetro nominal. Los cables de postensión podrán empaquetarse hasta en grupos de cuatro y se seguirán las mismas normas que para varillas.



Los aros de las vigas postensadas se harán en forma de U, abiertos arriba, terminando en dos ganchos a 135° con el fin de facilitar el ingreso de los cables a las canastas; luego, se terminarán con la aplicación de perros con doble gancho a 135° en la parte superior.

Los cables se fijarán por medio de puentes en forma de U de varilla No. 3 con sus patas amarradas a los aros, los cuales irán determinando su altura variable y se colocarán cada metro como máximo. Toda esta labor se hará sin colocar un costado de la formaleta para facilitar el trazo del cable y la inspección final del mismo. El deterioro que hayan sufrido las vainas se reparará mediante el empleo de cinta plástica autoadherente.

Cuando el cable haya sido autorizado se deberá inundar con agua limpia. En todas las crestas del trazado del cable se le dejarán ventosas de tubo metálico con tapones para controlar la labor de inyección.

Si el contratista requiera emplear soldadores o sopletes en las inmediaciones de armaduras y en especial de cables de preesfuerzo, deberá tomar especiales precauciones al respecto, para que las chispas y los churrettes no toquen el refuerzo. Los inspectores ordenarán la remoción inmediata de cualquier elemento deteriorado durante este procedimiento.

Antes de cerrar las formaletas y otra vez antes de colar el concreto el contratista deberá limpiar el refuerzo cepillándolo y lavándolo para eliminar todas las sustancias que puedan afectar su adherencia. Las cáscaras de concreto provenientes de chorreas anteriores también deberán ser eliminadas golpeándolas con martillo.

En aquellos casos en los que haya que cortar refuerzo en muros y losas debido a aberturas de puertas, ventanas, registros, etc., se sustituirán las varillas cortadas por una cantidad equivalente de refuerzo alrededor de la abertura (con una longitud mínima de dos veces la longitud de anclaje de la varilla a colocar). Además se colocarán dos diagonales de varilla No. 5 con un largo de dos metros como mínimo en cada una de las esquinas, excepto indicación de los inspectores.

4.6. Revisión final

Antes del vaciado del concreto podrá obtenerse la aprobación final de los inspectores en lo que se refiere a limpieza, colocación y amarrado de las varillas de refuerzo. Cualquier aprobación parcial previa (del inspector o el superintendente) puede quedar anulada durante esta revisión sin responsabilidad para el inspector.

5. ACCESORIOS PARA CONCRETO

5.1. Generalidades

El contratista deberá proveer e instalar todos los accesorios necesarios para mejorar el comportamiento del concreto. Antes de su fabricación, compra o colocación se debe someter a su diseño o sus características a la aprobación del inspector.

5.2. Pernos



5.2.1. Generalidades

Los pernos de referencia son de la marca Hilti, aunque se aceptarán otros que cumplan con las especificaciones aquí indicadas y que, de acuerdo con el manual del fabricante, posean cargas recomendadas iguales o mayores que los Hilti. Independientemente de la marca y para efectos de revisión por parte de los inspectores, la etiqueta del fabricante que identifica la longitud del perno deberá quedar visible luego de su colocación.

El conjunto deberá ser galvanizado o cromado. Durante su instalación se deben observar cuidadosamente las instrucciones del fabricante. Este tipo de pernos deberá emplearse en todas las uniones estructurales de acero a concreto, o en las de otro tipo que soporten cargas grandes.

Las tuercas serán de acero al carbón ASTM A563 grado A, con requisitos dimensionales dados por la norma ANSI B18.2.2. Las arandelas serán de acero al carbón SAE 1005-1033, con requisitos dimensionales ANSI 18.22.1 tipo A sencillo.

Los huecos deberán perforarse un diámetro más allá de la profundidad de colocación o empotramiento y ser limpiados de polvo o material suelto antes de la colocación de los pernos. El torque de instalación será el indicado en el manual del fabricante.

En el caso de uniones para cargas pequeñas de tipo no estructural, como particiones, acabados, obra eléctrica, etc., el inspector podrá autorizar el empleo de otros tipos de anclaje como los de taco de hule.

El contratista deberá tomar las precauciones para que durante la colocación de este tipo de accesorios no se corten las barras de refuerzo.

Los huecos se perforarán con broca de diámetro 1,6 mm mayor al del perno. Deberán hacerse únicamente con taladro o troqueladora; no se podrán realizar con acetileno. Los elementos con huecos de diámetros fuera de la tolerancia indicada no se aceptarán, y queda totalmente prohibido rellenar los espacios con soldadura

5.2.2. Pernos con taco de expansión

Los pernos con taco de expansión para servicio pesado deberán tener rosca exterior y podrán aclararse con cuñas ranuradas.

Serán de acero al carbón que cumpla con la especificación ASTM A510, con composición química AISI 1038, esfuerzos mínimo de fluencia de 2880 kg/cm² y de ruptura de 5270 kg/cm². Las cuñas serán de acero al carbón AISI 1010. Todas las piezas serán recubiertas de zinc según la norma ASTM B633, tipo III, Fe/Zn5. Las roscas serán de longitud estándar.

La profundidad de colocación se tomará como la distancia entre la superficie de concreto o mampostería y la cuña del perno.

5.2.3. Pernos con anclaje epóxico



Excepto donde en planos se indique explícitamente diferente, los pernos de referencia son de la marca Hilti sistema HVA.

Las barras serán roscadas en toda su longitud, tipo HAS de acero al carbón que cumpla con la especificación ASTM A36, esfuerzos mínimos de fluencia de 2530 kg/cm² y de ruptura de 4080 kg/cm². Todas las piezas serán recubiertas de zinc según la norma ASTM B633 SC1. El adhesivo HVU será de resina vinilester de uretano con endurecedor de dibenzon de peróxido en una cápsula de cámara doble, correspondientes con la longitud y diámetro de la barra a utilizar.

La profundidad de empotramiento se medirá desde la superficie de concreto.

5.3. Cemento epóxico

El cemento para anclaje de pernos de varilla no indicados en la sección anterior será epóxico, tipo MaxiStick 590 o equivalente. Deberá tenerse especial cuidado en su colocación y atender todas las recomendaciones del fabricante. En el caso de perforaciones, el diámetro del hueco deberá ser 3 mm más grande que el del perno para permitir un llenado adecuado con el epóxico. La longitud del hueco deberá ser 10 mm más larga que la penetración del perno en el concreto. El cemento epóxico debe aplicarse sobre superficies libres de polvo, grasa, aceite u otros materiales sueltos, para lo cual se limpiará apropiadamente el orificio con aire comprimido o cepillo de nylon.

El elemento a anclar deberá colocarse como máximo 30 minutos después de haber introducido el epóxico en el orificio. La varilla o dovela se colocará girándola suavemente dentro del agujero con adhesivo para que no queden espacios vacíos.

Para la unión de elementos de concreto existente y nuevo se escarificará la superficie existente, limpiando y soplando para eliminar el material suelto y el polvo. Luego se aplicará adherente tipo MaxiStick 580 o equivalente. El concreto nuevo deberá colarse antes de que hayan 30 minutos después de colocar el epóxico.

5.4. Mangas y tuberías embebidas

Salvo aprobación explícita por parte del diseñador estructural no se permitirá colocar tuberías a lo largo de los muros, columnas, pedestales y vigas de concreto.

El contratista proveerá e instalará las mangas necesarias para que las tuberías y conductos eléctricos puedan atravesar las vigas y muros de concreto. La posición y el tamaño de las mangas deberán contar con la aprobación del diseñador estructural.

Los materiales a emplear en la confección de mangas fijas podrán ser madera, plástico o acero, no se permitirá el empleo de aluminio u otros materiales metálicos con característica eléctrica diferente a la del refuerzo. Si alguno de estos dispositivos fuera de un material diferente al acero dulce de bajo contenido de cromo, el contratista deberá aislarlo del refuerzo usando plástico, con un espesor mínimo de 2 mm; u otro material aprobado.



El contratista deberá tomar en cuenta esta discontinuidad a la hora de erigir su formaleta y deberá revisar su posición final con el inspector.

6. CONCRETO PREFABRICADO

Se agrega lo siguiente a lo ya mencionado en las secciones anteriores para concreto prefabricado.

6.1. Acabados

Estos deben ser aprobados por la inspección, debiendo de presentar muestras con anterioridad para cada caso antes de proceder con la fabricación definitiva de cada uno de los elementos.

El no cumplir con este aspecto, la inspección tendrá toda la potestad de rechazar cualquier elemento que no se encuentre a satisfacción.

6.1.1. Vigas de techo y entrepiso

El acabado será liso en todas sus caras.

6.1.2. Placas de fundación

El acabado será el que genere el molde de acero o madera.

6.1.3. Columnas

Serán de forma rectangular con un acabado liso. Todas las aristas de las vigas y paneles deberán tener un ochavo que determinará el contratista y someterá a la aprobación de la inspección.

6.2. Normas de construcción

La construcción de la estructura será conforme a las especificaciones mencionadas en los apartados de este documento.

6.3. Materiales

Es claro que debe de respetarse en un todo todas aquellas especificaciones que se encuentre con anterioridad detallada en los capítulos de estas especificaciones y apliquen a alguno de los materiales que se usen en el sistema prefabricado o que se mencionen explícitamente.

6.3.1. Concreto

Deberá acatarse todo lo mencionado en la sección 3. Las características de los agregados se anotan en las especificaciones técnicas cumpliendo en un todo con lo especificado en el aparte de concretos de este mismo libro de especificaciones.

6.3.2. Acero de refuerzo

Rige lo mencionado en la sección correspondiente.

6.4. Tolerancias dimensionales

Las tolerancias mínimas aceptables son las que a continuación se detallan:



Longitud de paneles	± 1,5 cm
Ancho de paneles	± 1,0 cm
Longitud de vigas de amarre, carga, columna	± 1,5 cm
Dimensiones transversales de vigas de carga, amarre, columnas	± 0,5 cm
Distancias entre niveles de apoyo de las vigas de carga, amarre	± 2 cm en 6 m o menos ó ± 4 cm en el largo total de la estructura
Diferencias de altura entre los niveles de apoyo de las vigas de carga y amarre	± 1,0 cm
Plomo para las aristas o superficies de columnas y paredes	± 1 cm en 3 m o 1 cm en el alto total de la estructura

7. MAMPOSTERÍA

7.1. Generalidades

El contratista deberá suministrar todos los materiales, mano de obra, accesorios, herramientas y equipo necesarios para la adecuada ejecución y terminación de la obra de mampostería que se indica en los planos y conforme a estas especificaciones.

Todos los productos y materiales a emplear en la obra de mampostería deberán cumplir con estas especificaciones. Los bloques de concreto, ladrillos u otros elementos de mampostería deberán provenir de fábricas bien establecidas, en el medio local y venir acompañados de las respectivas certificaciones de calidad. No obstante lo anterior, el contratista suministrará muestras a los inspectores para las pruebas de verificación correspondiente.

No se permitirá el empleo en la obra de materiales o productos que no hayan sido aprobados previamente por los inspectores.

7.2. Materiales

7.2.1. Bloques de concreto

Todo el bloque será de los tipos y dimensiones mostrados en los planos. Los bloques estarán libres de reventaduras y defectos por mala fabricación o manejo.

Las pruebas de resistencia se efectuarán según la norma ASTM C-90. Se deben recoger muestras para fallar tres prismas por cada 500 m² de pared.

Todos los bloques deben cumplir la norma INTE 06-03-01-07. Dimensionalmente los espesores mínimos de pared están dados en la siguiente tabla:

Ancho nominal del bloque de	Espesor mínimo (mm) (promedio para tres unidades medidas en el punto más angosto)		
	Paredes externas	Paredes internas	Espesor equivalente de



concreto (mm)			pared interna (mm/m)
120	19	19	136
150	25	25	188
200	32	25	188
250	35	29	209
300	38	29	209

Bloques clase A: Deberán cumplir con las normas correspondientes del Código Sísmico de Costa Rica 2010, con una resistencia mínima a compresión de 120 kg/cm² sobre el área neta para cada pieza y 133 kg/cm² en promedio, medidos a los 28 días. El valor máximo de absorción será de 10% promedio y 11% para una pieza, equivalentes a 196 kg/m³ y 218 kg/m³ respectivamente.

Bloques clase B: Deberán cumplir con las normas correspondientes del Código Sísmico de Costa Rica 2010, con una resistencia mínima a compresión de 80 kg/cm² sobre el área neta para cada pieza y 90 kg/cm² en promedio, medidos a los 28 días. El valor máximo de absorción será de 11% promedio y 12% para una pieza, equivalentes a 218 kg/m³ y 237 kg/m³ respectivamente.

7.2.2. Agregado grueso

El agregado grueso deberá cumplir con la norma ASTM C-33, graduación 8 o graduación 89. Su curva granulométrica deberá satisfacer los límites descritos en la siguiente tabla, en porcentajes por peso pasando.

Que pase malla	Quintilla	
	Gr. 8	Gr. 89
13 mm	100	100
9,5 mm	85-100	90-100
No. 4 (4,75 mm)	10-30	20-55
No. 8 (2,36 mm)	0-10	5-30
No. 16 (1,18 mm)	0-5	0-10
No. 50 (0,30 mm)		0-5

7.2.3. Agregado fino para concreto

Se puede usar cualquier tipo de arena en la confección del concreto siempre que cumpla con las especificaciones de esta sección. Como máximo, el 5% de las partículas deben pasar la malla No. 200 y no más del 1% debe corresponder a partículas deletéreas, pero si el material que pasa esa malla es polvo de piedra proveniente del beneficiado de la roca, el primer límite puede ser aumentado al 7%. La graduación de los tipos aceptados de arena será la que indica en la tabla siguiente, en porcentaje por peso según ASTM C-117.

Que pase malla	Arena
9,5 mm	100
No. 4 (4,75 mm)	95-100



No. 8 (2,36 mm)	80-100
No. 16 (1,2 mm)	50-85
No. 30 (0,6 mm)	25-60
No. 50 (0,3 mm)	5-30
No. 100 (0,15 mm)	0-10

No más del 45% por peso deberá ser retenido entre dos mallas consecutivas. El módulo de finura de la arena deberá estar entre 2,3 y 3,1. En la prueba de sanidad, el agregado fino no deberá tener una pérdida por peso de 10% cuando se utilice sulfato de sodio y 15% cuando se utilice sulfato de magnesio.

Si fuera necesario, se podrán mezclar agregados de diferente procedencia para mejorar la graduación general de la mezcla, siempre y cuando individualmente satisfagan con los requisitos aquí establecidos.

7.2.4. Agregado fino para morteros

La arena para la elaboración de morteros de pega y repellos deberá cumplir con la norma ASTM C-144. Los límites granulométricos están descritos en la siguiente tabla en porcentajes por peso pasando.

Que pase malla	Arena
No. 4 (4,75 mm)	100
No. 8 (2,36 mm)	95-100
No. 16 (1,2 mm)	70-100
No. 30 (0,6 mm)	40-75
No. 50 (0,3 mm)	10-35
No. 100 (0,15 mm)	2-15
No. 200 (0,075 mm)	0-5 *

El agregado no deberá tener más del 50% retenido entre dos mallas consecutivas, ni más de 25% entre las mallas No. 50 y No. 100. El porcentaje de partículas friables no deberá ser mayor al 1% por peso. En la prueba de sanidad, el agregado no deberá tener una pérdida por peso de 10% cuando se utilice sulfato de sodio y 15% cuando se utilice sulfato de magnesio.

7.2.5. Mortero

El mortero para la pega de bloques será una mezcla uniforme de cemento Portland y arena, en proporción respectiva de 1:2,5. La cantidad de agua será la mínima necesaria para dar la consistencia y trabajabilidad adecuadas a la mezcla. Debe ser suficientemente plástico para que al ejercer suficiente presión sea expulsado de la junta y se produzca una junta bien ligada. En sitio se deberá realizar la prueba de la cuchara invertida para verificar su plasticidad y capacidad de adhesión.

El mortero debe ser clase A o B según el Código Sísmico de Costa Rica 2010. Debe prepararse a máquina; sólo en casos especiales para cantidades pequeñas se permitirá mezclarlo a mano, en cuyo caso la mezcla se hará sobre las bateas de madera y nunca sobre el suelo, pavimento ni sobre superficies terminadas de concreto o de otro tipo de piso. El tiempo de batido deberá estar entre 3 y 7 minutos.



Cada batida de mortero corresponderá al volumen que permita su utilización antes de que se inicie la fragua y en ningún caso más de 45 minutos. No se permitirá la adición de agua ni el reapisonamiento del mortero una vez iniciada la fragua. Todos los morteros que tengan 2 h o más de haber sido fabricados deberán descartarse completamente.

7.2.6. Concreto de relleno de celdas

Las pruebas de resistencia deben hacerse conforme la norma ASTM C-1019. El concreto deberá vaciarse en celdas preferiblemente secas.

Clase A: El concreto para el relleno de celdas de bloques será de una resistencia de 175 kg/cm², con tamaño máximo del agregado de 1,3 cm. El revenimiento estará entre 20 y 25 cm. Antes de colocarlo es necesario limpiar las celdas y asegurarse que los salientes de mortero no sean mayores a 1,3 cm. Se deberá desechar todo el concreto con 1 hora o más después de haber sido fabricado.

Se recomienda utilizar una dosificación cemento a arena a piedra de 1:2:2, pero deber tenerse especial cuidado en controlar adecuadamente la humedad de los agregados y la cantidad de agua que se añade a la mezcla.

Clase B: El concreto para el relleno de celdas de bloques será de una resistencia de 140 kg/cm², con tamaño máximo del agregado de 1,3 cm. El revenimiento estará entre 20 y 25 cm. Antes de colocarlo es necesario limpiar las celdas y asegurarse que los salientes de mortero no sean mayores a 1,3 cm. Se deberá desechar todo el concreto con 1 hora o más después de haber sido fabricado.

Se recomienda utilizar una dosificación cemento a arena a piedra de 1:2,5:2, pero deber tenerse especial cuidado en controlar adecuadamente la humedad de los agregados y la cantidad de agua que se añade a la mezcla.

7.2.7. Acero de refuerzo

Se aplican todas las especificaciones de la sección correspondiente, para acero grado 40, $f_y=2800$ kg/cm².

Los empalmes de refuerzo horizontal deben quedar completamente embebidos en concreto, por lo menos media hilada arriba y media hilada debajo de la varilla empalmada.

Salvo que se indique diferente, las varillas verticales deberán quedar centradas en las celdas de los bloques. Bajo ninguna circunstancia se aceptará una distancia menor a 2,5 cm entre el borde de la varilla y cualquier pared del bloque de concreto.

7.3. **Mano de obra y colocación**

Toda la mano de obra deberá estar debidamente certificada.

Los bloques se colocarán continuamente por hiladas, usando para las pegas únicamente mortero. Las superficies de los bloques o ladrillo en contacto con mortero o concreto de relleno deben estar limpias y libres de sustancias deletéreas.



Salvo que se indique lo contrario, los bloques deberán colocarse de forma traslapada, no apilada, de manera que entre las hiladas queden celdas continuas verticales de 12x7 cm como mínimo.

La primera junta horizontal debe tener un espesor de mortero entre 6 mm y 25 mm. El resto de las juntas tendrán entre 6 mm y 16 mm de grueso.

El relleno, cuando se indica, debe hacerse con concreto de acuerdo con la sección anterior. Todas las celdas con varillas verticales se llenarán completamente con concreto.

Para mampostería *clase A* el contratista dejará celdas de inspección donde realizará los empalmes del refuerzo vertical. Las celdas deberán chorrearse monolíticamente, con etapas de colado no mayores de 1,80 m de altura. Para mamposterías *clase A o B* se deberá utilizar vibrador para todas las chorreas de 30 cm de altura o mayor. Para alturas de colada de 30 cm o menor se permitirá la consolidación mediante envarillado, sacando y metiendo la varilla de la colada al menos 25 veces cada 40 cm.

En todos los casos, las celdas se llenarán hasta la mitad del bloque en cada hilada para que el concreto de la hilada superior forme un dado de unión.

Todas las instalaciones, previstas, anclajes, etc., que vayan embutidas en el bloque deben colocarse simultáneamente con la construcción del muro. El incumplimiento de este requisito podrá dar lugar a que la inspección ordene la demolición de las paredes afectadas, sin reconocimiento de costo, plazo ni otro tipo para el contratista. Una vez que los bloques están colocados, no se podrán picar para colocar tuberías, anclajes, etc. No se permitirá la colocación de tuberías en las celdas con refuerzo vertical ni en las mochetas de concreto de los paños de pared.

Para todos los fines solo se permitirá cortar los bloques con disco; el uso de piquetas y otros dispositivos queda prohibido.

El acero de refuerzo se colocará horizontal y verticalmente de acuerdo con los detalles respectivos. Como mínimo se colocarán varillas No. 3 cada 60 cm en ambas direcciones. Salvo que en los planos se indique de otra forma, el refuerzo se anclará suficientemente en los elementos estructurales de borde, tales como vigas, losas, columnas o muros. En los sitios donde se producen empalmes del acero de refuerzo horizontal se deberán llenar con concreto las celdas del bloque en el largo total del empalme. Los aceros horizontal y vertical tendrán en todo momento una proyección suficiente y siempre mayor a la longitud de empalme, desde las caras vertical u horizontal del bloque ya colocado.

Todos los muros de bloque deben quedar a plomo y codal, con acabado repellado o sisado según se indica en los planos y en la sección respectiva de estas especificaciones. Cuando se indique acabado de bloque sisado, la profundidad y ancho de las sisas no serán mayores de 10mm.

La colocación se hará continuamente por hiladas, a no más de dos hiladas cada vez y no más de diez hiladas por día.



Deberán acatarse las disposiciones adicionales que se encuentren en el Código Sísmico de Costa Rica 2010.

7.4. Repellos

Los repellos deberán construirse por capas. El espesor total máximo de repello es de 15 mm: 6 mm de pringue, 6mm de capa intermedia y 3 mm de afinado. La tolerancia máxima para el grueso de los repellos es de 5 mm de más.

Las dosificaciones recomendadas, cemento a arena, para cada una de las capas son 1:2, 1:3 y 1:4 de forma respectiva. La arena de los repellos no deberá porcentajes indeseables de partículas pasando la malla No. 200 para evitar el cuarteo de la pared. Se permitirá el uso de fibras u otras sustancias aprobadas que ayuden a disminuir los efectos negativos de contracción del repello.

7.5. Juntas flexibles

Deberán proveerse juntas flexibles donde se indique en planos o donde el inspector lo solicite, de acuerdo con los detalles mostrados en planos. Estas juntas pueden ser tanto verticales como horizontales.

La junta flexible deberá terminarse la pared a 1,25 cm del borde de la columna, muro o viga. El espacio deberá ser rellenado con estereofón de 1,25 cm de espesor, en un ancho igual al espesor de la pared. El espacio correspondiente al espesor de repello en cada cara de la pared debe ser llenado con sello flexible tipo Sikaflex 1a o equivalente. Si la pared no lleva repello, el estereofón deberá tener 2 cm de ancho menos que el espesor de pared y el relleno con Sikaflex será de 1 cm de espesor mínimo.

En vigas corona y medianeras el refuerzo horizontal debe continuar a través de la junta, pero siempre con el estereofón y el sello flexible, salvo que en planos se indique diferente.

Cuando la pared posea elementos de remate en el borde, vertical u horizontalmente, tales como mochetas y viga corona, se deberán colocar dovelas de varilla No. 3 cada 60 cm que penetren 10 cm tanto en esos elementos como en las vigas, columnas o muros que los reciben. La junta debe ser realizada con estereofón y sello flexible. La colocación de dovelas también se llevará a cabo en pared de concreto coladas en sitio independientes de la estructura principal.

8. ELEMENTOS DE ACERO

8.1. Generalidades

Antes de proceder a la fabricación de los elementos de acero, el contratista de la obra deberá hacer que el encargado de aquella se familiarice con los planos y con todas las labores que tengan relación con su trabajo; dicho encargado deberá cooperar durante las etapas de colado de concreto, suministrando y colocando todos los anclajes y elementos metálicos de soporte que sean necesarios para la estructura de acero.

Todas las medidas que se den en los planos deben ser verificadas en sitio antes de la fabricación de la estructura. Ésta será hecha de manera nítida y profesional y de acuerdo con todas las regulaciones locales.



Todo trabajo y material no indicados, pero necesarios para dejar el sistema completo y correcto, quedan incluidos bajo los requerimientos de esta sección.

Lo especificado en esta sección se aplica también a todos aquellos elementos misceláneos de acero tales como rejillas, barandales, escalerillas, rejas, etc., siempre que no contravengan lo solicitado en otras secciones de estas especificaciones.

8.2. Calidad del acero

Los perfiles laminados en frío serán de acero JIS G-3132 SPHT-2, con límite de fluencia f_y de 2310 kg/cm². Los tubos cuadrados o rectangulares de 4,8 mm de espesor o mayor serán de acero laminado en frío ASTM A-500 grado B, con un límite de fluencia de 3220 kg/cm² (grado 46) y una resistencia a la ruptura de 4060 kg/cm². Los tubos circulares serán de acero estructural ASTM A-53 grado B, con un límite de fluencia mínimo de 2460 kg/cm² y un límite de ruptura mínimo de 4220 kg/cm². Las secciones de molino (IPN y UPN) cumplirán respectivamente con las normas DIN 1025/1 y 1026, y tendrán un límite de fluencia de 2320 kg/cm². Los restantes perfiles, tubos, secciones y placas serán de acero estructural que cumpla con las especificaciones ASTM A-36 con límite de fluencia f_y de 2530 kg/cm² y una resistencia a la ruptura de 4060 kg/cm².

Los agujeros para los pernos o varillas que cruzan las placas serán construidos en un diámetro 1,6 mm mayor que el del perno o varilla. Todos los pernos se suministrarán según las dimensiones y longitud de rosca necesarias, con sus respectivas tuercas y arandelas, debiendo cumplir con la norma ASTM A-307.

Todo el acero será nuevo y estará libre de defectos de fabricación, transporte o manipuleo, tales como golpes y torceduras.

Cuando se coloquen elementos de espesores o tamaños menores a los indicados en planos se procederá a la demolición completa de los mismos. En caso de que una revisión estructural demuestre que la capacidad de los elementos es suficiente solo con colocar algún tipo de reforzamiento o incluso sin él, el contratista pagará, sobre la partida correspondiente, una multa proporcional al doble de la capacidad faltante de los elementos (con respecto a la capacidad y las condiciones originales) y además deberá efectuar el reforzamiento de la estructura, sin reconocimiento de plazos, costos ni otro tipo por esta labor.

8.3. Tolerancias

El contratista deberá ejecutar todo el trabajo de acero con variaciones dimensionales dentro de las siguientes tolerancias:

8.3.1. Plomo

Para las aristas o superficies de columnas y paredes 5 mm en 300 cm.

8.3.2. Nivel

Para los fondos de vigas 10 mm en 3 m de más o de menos; 15 mm de más o de menos en cada tramo o en 6 m. Se permitirá un máximo de 20 mm de más o menos en el largo total de la estructura.

8.3.3. Longitud



Para distancias entre columnas o paredes revisadas contra las dimensiones mostradas en los planos 2 cm de más o de menos en cualquier tramo o en 6 m, 4 cm de más o de menos en el largo total de la estructura.

8.3.4. Altura

Para diferencias de nivel entre el nivel medido real y el especificado en los planos: 20 mm de más o de menos, 30 mm de más o de menos en el alto total de la estructura.

8.3.5. Escaleras y gradas

Para un peldaño individual: contrahuella 3 mm de más o menos a partir de la altura promedio de la contrahuella, pero no difiriendo más de 2 mm de la contrahuella de cada peldaño adyacente; huella 8 mm de más o de menos pero sin diferir en más de 5 mm de cada huella adyacente.

8.4. **Fabricación y erección**

La fabricación y erección de la estructura de acero serán realizadas de acuerdo con los planos correspondientes, con estas especificaciones y con la mejor práctica moderna, acatándose siempre, excepto donde se indique lo contrario, las disposiciones del American Institute of Steel Construction (Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Building y Code of Standard Practice) y las especificaciones del American Iron and Steel Institute (AISI) que quedan formando parte de estas especificaciones.

Los planos y especificaciones servirán para la localización de las estructuras y para la fabricación y colocación, pero deberán ser complementados por otros planos de taller, según se requieran para la fabricación. Estos planos adicionales los hará el contratista y suministrará copias a los inspectores para su aprobación previa.

La aprobación que se dé a las secciones y materiales que proponga el contratista significa únicamente que cumplen o mejoran las condiciones solicitadas y que los inspectores aceptan su fabricación y colocación siempre que dichos materiales sean los mismos aprobados. Tal aprobación en ningún caso libera al contratista de su responsabilidad, ni de suministrar todas las piezas o uniones, indicadas o no, pero que a juicio de los inspectores sean necesarias para obtener una estructura eficiente, correcta y segura.

La estructura de acero será fabricada en un taller que cuente con el equipo, facilidades y mano de obra adecuados para producir eficientemente el tipo de estructura deseada, de acuerdo con los planos, estas especificaciones y la mejor práctica usual.

Todas las piezas deberán alinearse, de acuerdo con las tolerancias permitidas en la especificación ASTM A-6, antes de su fabricación o colocación. Solamente se permitirán cortes con disco, cizalla o acetileno (hecho con máquina).

Los agujeros para conexiones con pernos serán taladrados en su posición exacta y de un diámetro 1,6 mm mayor que el diámetro nominal del perno especificado. Deberán hacerse únicamente con taladro o troqueladora; no se podrán realizar con acetileno. Los elementos con huecos de diámetros fuera de la tolerancia indicada no se aceptarán, y queda totalmente prohibido rellenar los espacios con soldadura.



En todos los remates de las estructuras metálicas, expuestos a la vista o no, se deberán colocar tapas metálicas de 3,2 mm de espesor mínimo, soldadas en todo el perímetro de contacto y pintadas según lo que se especifica más adelante.

8.5. Soldadura

Todo el trabajo de soldadura (de taller y de campo) debe ser hecho por operarios calificados y experimentados para este tipo de labor. Los operarios podrán ser calificados con las pruebas que recomienda la American Welding Society. Las máquinas soldadoras tendrán la capacidad adecuada: 200-400 amperios, 25-40 voltios.

Las superficies a soldar estarán libres de escama suelta, herrumbre, grasa, pintura u otras materias extrañas. Las superficies de junta estarán libres de estrías o desgarres. Todas las superficies a soldar se limpiarán adecuadamente con cepillos de cerdas de acero u otro método similar aprobado por los inspectores. Los miembros terminados tendrán verdadera alineación y estarán libres de torceduras, dobleces y juntas abiertas.

Se utilizarán electrodos calidad E7018 para láminas con espesor mayor a 6mm y E6013 en el resto de los casos.

La técnica de soldadura empleada, la apariencia y calidad de los filetes y los métodos para corregir trabajo defectuoso serán de acuerdo con el "Código para soldadura de arco en construcción de edificios" de la American Welding Society.

Excepto donde se indique otra cosa, las soldaduras serán de penetración total con biseles a 45° en todo el perímetro de contacto. En el caso de soldaduras de filete, la localización y tamaño de los filetes serán los mostrados en los planos, aunque también se aplican las especificaciones por tamaños mínimos y máximos de la parte 4 de las especificaciones de AISC, última edición.

Los inspectores podrán ordenar cambios menores (en obra o al revisar los planos de taller) en las longitudes de soldadura mostrada en los planos, sin que esto implique pago adicional al contratista.

8.6. Tornillería

Los tornillos para las conexiones y empalmes de los elementos de acero deben cumplir con las especificaciones ASTM A-325 o ASTM A-490, o de manera equivalente con los grados 5 y 8 de la norma SAE (Society of Automotive Engineers) respectivamente. Las tuercas deberán satisfacer las normas ASTM A-563 grado DH o DH3 y ANSI 18.2.6. Las arandelas cumplirán con la especificación ASTM F-436 para arandela plana. En ningún caso podrán utilizarse arandelas de presión.

Como requisito para iniciar la colocación el contratista deberá entregarle a los inspectores una carta técnica de respaldo como garantía de que los pernos, tuercas y arandelas satisfacen las normas solicitadas en planos y especificaciones. Las cabezas de los tornillos deberán contar con alguna identificación para revisión de los inspectores.

Los torquímetros deberán estar en buen funcionamiento, calibrados y con una escala suficientemente precisa para efectuar las mediciones. En su defecto podrán emplearse tornillos que tengan alguna parte que se desprenda cuando se llegue al torque de diseño.



En las conexiones de deslizamiento crítico los tornillos deben estar apretados con una tensión mínima del 70% de su resistencia nominal y colocarse sobre superficies de contacto completamente libres de suciedad, grasa, aceites, lacas, impurezas, pintura, galvanizado y otras sustancias que puedan acelerar el deslizamiento entre las placas. Asimismo, las superficies de contacto deben estar alineadas con una pendiente máxima de 1 en 20.

Los huecos para los tornillos deben perforarse en un diámetro 1,6 mm más grande que los tornillos. Deberán hacerse únicamente con taladro o troqueladora; no se podrán realizar con acetileno. Los elementos con huecos de diámetros fuera de la tolerancia indicada no se aceptarán, y queda totalmente prohibido rellenar los espacios con soldadura.

Como mínimo la cuarta parte de las conexiones con tornillos deberán ser revisadas por la inspección en el taller, antes del ensamblaje en sitio.

8.7. Pintura

Bajo esta sección se incluye el suministro, por parte del contratista, de todos los materiales, equipos, herramientas y mano de obra de taller y de campo, necesarios para la realización del trabajo de pintura de todos los elementos de acero.

Todas las pinturas, primarios y diluyentes deben ser de primera calidad, de una marca conocida y sujeta a la aprobación de los inspectores. Su aplicación se hará bajo las recomendaciones del fabricante.

El contratista debe garantizar por escrito al propietario toda la pintura por un período de cinco años contados a partir de la fecha de entrega de la obra, obligándose a pintar de nuevo, cuantas veces sea necesario, las superficies que sufran un deterioro mayor al normal en el plazo antes estipulado, a criterio de los inspectores.

A todos los elementos que queden a la vista, tales como cajones de perfiles laminados en frío, rejas, pasamanos, pasos a cubierto y escalerillas, se les dará el acabado final luego de usar masilla plástica (merula) en todas sus uniones, curvas, cambios de dirección, imperfecciones, etc., hasta lograr un acabado nítido tipo carrocería, a juicio del inspector.

8.7.1. Elementos expuestos a la intemperie

Toda sección de acero estructural será limpiada con cepillos de cerdas de acero u otros métodos, a elección del fabricante y hasta obtener superficies libres de escamas sueltas, herrumbre, grasa, escorias, polvo y otras materias extrañas. Se debe utilizar el desengrasante tipo 088 Devoo Devprep 3:1 (agua:producto) o equivalente aplicado y retirado inmediatamente con trapo sin dejar secar nunca en la superficie. Posteriormente se debe aplicar 3 mils (75 μ m) de espesor de Catha Coat 302H Reinforced Inorganic Zinc Primer sin adelgazar o equivalente solo en uniones soldadas, y después a toda la estructura una capa de 3 mils (75 μ m) de espesor de película seca de primario epóxico tipo 5251 con catalizador 5252 o equivalentes. Esta mano se aplicará pareja.

El primario se aplicará también sobre aquellas superficies de acero que serán inaccesibles después de la fabricación, ensamble o erección de la estructura (cara de angulares en contacto, placas de unión, etc.). No se pintarán los elementos que irán embebidos en concreto.



Una vez concluida la erección de la estructura, el contratista deberá retocar todas las soldaduras y escarapeladuras que tenga el acero, usando una mano del mismo primario especificado para pintura de taller.

Concluidos estos retoques, todas las superficies de acero se pintarán con dos manos de pintura 3030 de Glidden o equivalente, cada una entre 1,5 y 2 mils (38 a 50 μm) secas, en dos tonos diferentes a elegir por la inspección. Se debe verificar que el acabado en aceite o de esmalte para acero sea compatible con el primario empleado. Antes de proceder a aplicar una mano, se deberá contar con la aprobación de los inspectores a la capa anterior. El no cumplir con el requisito de diferentes colores podrá significar, a criterio de los inspectores, tener que pasar manos de pintura adicionales por cuenta y tiempo del contratista.

8.7.2. Elementos no expuestos a la intemperie

Toda sección de acero estructural será limpiada con cepillos de cerdas de acero u otros métodos, a elección del fabricante y hasta obtener superficies libres de escamas sueltas, herrumbre, grasa, escorias, polvo y otras materias extrañas. Se debe utilizar el desengrasante tipo 088 Devoo Devprep 3:1 (agua:producto) o equivalente aplicado y retirado inmediatamente con trapo sin dejar secar nunca en la superficie. Posteriormente se debe aplicar una capa mínima de 2 mils de espesor (50 μm) de primario 4160 Devoo. Esta mano se aplicará pareja.

El primario se aplicará también sobre aquellas superficies de acero que serán inaccesibles después de la fabricación, ensamble o erección de la estructura (cara de angulares en contacto, placas de unión, etc.). No se pintarán los elementos que irán embebidos en concreto.

Una vez concluida la erección de la estructura, el contratista deberá retocar todas las soldaduras y escarapeladuras que tenga el acero, usando una mano del mismo primario especificado para pintura de taller.

Concluidos estos retoques, todas las superficies de acero se pintarán con dos manos de pintura Rust Master de Glidden o equivalente, cada una entre 1,5 y 2 mils (38 a 50 μm) secas, en dos tonos diferentes a elegir por la inspección, con un tiempo mínimo de secado de 8 h entre capas. Se debe verificar que el acabado en aceite o de esmalte para acero sea compatible con el primario empleado. Antes de proceder a aplicar una mano, se deberá contar con la aprobación de los inspectores a la capa anterior. El no cumplir con el requisito de diferentes colores podrá significar, a criterio de los inspectores, tener que pasar manos de pintura adicionales por cuenta y tiempo del contratista.

8.8. **Lechada para placas de asiento de columnas, vigas y cerchas**

Bajo las placas de asiento deberá colocarse una capa de lechada de al menos 5 mm de espesor, de manera que no ocurra una concentración de esfuerzos bajo la placa y que ésta última quede perfectamente nivelada, aunque no esté indicada explícitamente en planos. Los inspectores podrán ordenar, sin costo adicional, un mayor espesor si se amerita por las irregularidades en la superficie. Se entiende que el contratista deberá remover cualquiera capa de mortero u otro material, de manera que las placas de acero queden apoyadas directamente sobre concreto.



No se permitirá que queden burbujas de aire bajo la placa de apoyo, por lo que será necesario perforar dos agujeros de 4,8 mm de diámetro en la placa para permitir la salida del aire y verificar la correcta colocación de la lechada. La posición de los huecos deberá ser aprobada por el inspector. La superficie de concreto sobre la que se coloca la lechada debe estar perfectamente limpia y libre de material suelto.

La lechada deberá ser de un material no contraíble ni expansivo tipo Imper Grout o equivalente, con una resistencia a compresión al menos de 350 kg/cm². No podrá colocarse ninguna carga sobre la lechada hasta que alcance al menos el 50% de su resistencia final.

8.9. Disposiciones adicionales

Está prohibido pintar las soldaduras hasta tanto no hayan aprobado las pruebas de calidad determinadas por la inspección, lo mismo que si no cumplen con los tamaños solicitados en los planos y estas especificaciones. A criterio de la inspección, las soldaduras defectuosas (en especial en los elementos críticos) podrán significar la sustitución total o parcial de los elementos soldados, sin ningún reconocimiento económico, de plazo o de otro tipo para el contratista.

No se permitirá la chorrea de entrepisos ni la colocación de cerramientos si antes no se han completado satisfactoriamente la construcción de riostras, placas de apoyo de vigas, columnas de acero y conectores de entrepiso, entre otros, así como las tareas propias del proyecto (por ejemplo, los trabajos de soldadura).

Tampoco se permitirá la colocación de la cubierta de techo si antes no se ha concluido la construcción de los arriostres, tensores, apoyos y otros elementos esenciales para tener un comportamiento estructural satisfactorio, tanto para cargas gravitacionales como para cargas de sismo.

9. CONTRAPISOS, ACERAS Y RAMPAS

9.1. Generalidades

El contratista construirá totalmente las aceras, rampas y contrapisos que se indiquen en los planos. Todos los niveles, dimensiones, características y especificaciones de construcción se harán de conformidad con las normas municipales correspondientes o en su defecto, a las que se especifican en los planos o indique el inspector.

El trabajo de contrapiso incluye la construcción de la base de lastre, misma que debe de ser de un espesor mínimo de 30 cm o según lo indicado en los planos, si éste es mayor al mínimo.

9.2. Materiales

9.2.1. Base

El material de la base consistirá de lastre, arena, grava, piedra quebrada u otro material, aprobado por el inspector, que tenga una granulometría tal, que todas sus partículas pasen una malla con aberturas cuadradas de 12 mm de lado, espesor mínimo de 15 cm para las aceras y 30 cm para contrapisos y a una compactación del 95% del Proctor modificado, siendo este porcentaje de compactación el mínimo requerido en todo el proyecto, si es que no se indica uno superior en los planos o especificaciones.



9.2.2. Concreto

El concreto tendrá una resistencia de 210 kg/cm² y se hará de acuerdo con los requisitos estipulados en el capítulo de hormigón, con un espesor mínimo de 15 cm para contrapisos y 10 cm para aceras.

9.2.3. Juntas de expansión

El material usado para llenar las juntas de expansión será igual o superior al U-Seal Pour Guide en todas las aceras y los contrapisos sin acabado de piso. Las juntas deben quedar en cuadros de 3x3m máximo.

9.3. Construcción

9.3.1. Preparación de la base

La excavación se llevará hasta la profundidad necesaria y la superficie se conformará de acuerdo con la sección indicada en los planos y se compactará hasta dejar una subbase firme y pareja, de acuerdo con las pruebas del Proctor modificado de la ASTM, al 95%. Todo el material suave e inadecuado será removido y sustituido por el material aceptable. El material de base se colocará y compactará debidamente en el espesor requerido. En ningún caso, este espesor será menor de 15 cm, debiendo cumplir con las especificaciones antes indicadas para el material de sustitución (lastre-grava). El encofrado será de metal o de madera recta y sana, de ancho no menor a 25 mm.

9.3.2. Colocación de concreto

El mezclado, colocación, acabado y curado del concreto se hará de acuerdo al capítulo de hormigón de estas especificaciones. Después de acabar el concreto con la llaneta de madera, se le pasará un escobón para producir una superficie antideslizante.

El espesor mínimo de la losa de concreto a colocar será de 15 cm para contrapisos y 10 cm para aceras. El espacio entre juntas de expansión se dividirá en bloques con cortes transversales que penetren por lo menos un tercio del espesor de la losa. Los bordes de la acera y los transversales serán redondeados con una herramienta adecuada, que de un radio de 12 mm, si no se ha especificado otro detalle.

9.4. Acabado final

9.4.1. Procedimiento

Tanto el espesor como la calidad del concreto por emplear, se indica en los planos del proyecto. El hormigón deberá fabricarse y curarse de acuerdo con el capítulo correspondiente. Los montículos de hormigón, al vaciarse, deberán ser extendidos con la pala y consolidados con vibradores flexibles. Su nivelación se hará con codal metálico o de madera con canto de cero, según sea indicado.

La superficie expuesta deberá plancharse golpeando a menudo para hacer flotar los agregados finos. El planchado debe hacerse en fresco y con llaneta de madera, hasta lograr un acabado pareja. Inmediatamente después que se termine el planchado se debe iniciar el llaneteado dos veces.

El contratista presentará a los inspectores un plan de chorrea para su aprobación y estos podrán modificarlo, si fuera el caso, de acuerdo con los recursos humanos y técnicos disponibles.



Cuando el hormigón haya fraguado, el aserrado de las juntas, cuando esto se pida, podrá ser iniciado. Los cortes se harán con disco de carburo de tungsteno de velocidad media con un espesor de 3,2 mm. El alineamiento se mantendrá con guías metálicas y la profundidad se regulará con ajustes en la máquina. Al terminar las operaciones de aserrado se iniciará la cura del piso.

9.4.2. Acabado

Cuando el concreto se encuentre sin fraguar completamente, se procederá a rayar la superficie por medio de un escobón o cepillo de cerdas gruesas para dejar una superficie antideslizante.

9.5. Aceras y rampas con adoquines de concreto

Se usarán adoquines de concreto iguales o equivalentes a los fabricados por Productos de Concreto, de 210 kg/cm², de 6 cm de espesor, dispuestos según el patrón de diseño que se muestra en los planos. Se rechazarán todos aquellos adoquines que no cumplan con los requisitos de resistencia o tamaño, así como los que no muestren calidad o uniformidad de textura o color.

La superficie deberá estar libre de terreno vegetal u otro material extraño. Sobre ésta se colocará una capa de lastre de 10 cm de espesor terminado. La densidad debe ser al menos del 95% del Proctor modificado. La parte superior debe ser terminada para garantizar una superficie lisa y uniforme.

El lastre deberá consistir de tobas o lastres tamizados y arenas naturales o fabricadas para obtener la graduación que se indica en la tabla siguiente.

Malla	Porcentaje por peso pasando
51 mm	100
No. 4 (4,75 mm)	50-100
No. 40 (0,425 mm)	20-70
No. 200 (0,075 mm)	5-35

*Determinado de acuerdo con AASHTO T-27 y T-11

El lastre deberá tener un límite líquido no mayor de 40 y un índice plástico igual o menor a 8, determinados por los ensayos AASHTO T-89 y T-90, respectivamente.

Los adoquines se colocarán sobre un cojín de arena de 5 cm de espesor. Esta arena debe ser uniforme, lavada, de granos con aristas y con un contenido de limo, si lo tuviera, menor de 3%. La arena será distribuida en el espesor de 5 cm, enrasada en el ámbito liso y sin compactar. No se debe compactar ni caminar sobre la capa de arena después del enrasado. Esta arena debe cumplir con la siguiente granulometría, en porcentaje por peso.

Que pase malla	Arena
9,5 mm	100
No. 4 (4,75 mm)	85-100
#No. 100 (0,15 mm)	10-30

*Determinado de acuerdo con ASTM C-117



Una vez colocados y compactados los adoquines se regará arena fina uniformemente y se deberá vibrar, con el fin de llenar todas las sisas que queden entre éstos.

Todas las áreas deberán estar confinadas en todos sus cortes con el fin de amarrar el conjunto y evitar posibles desplazamientos. Todos los adoquines que queden flojos o a un nivel diferente deberán sustituirse individualmente o por áreas, según el criterio de los inspectores.

10. OBRAS EXTERIORES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

10.1. Obras exteriores

Una vez que haya limpiado el terreno, el contratista establecerá el sistema de puntos de referencia topográfica que le servirán para la demarcación, alineamiento, nivelación, etc., de las obras a ejecutar.

Los monumentos de referencia deberán disponerse en forma tal, en cuanto a posición anclaje, que no sean interferidos ni alterados por el movimiento de las máquinas. Deberán ser de concreto con pines metálicos.

10.2. Maquinaria

El contratista deberá contar con el equipo mínimo para realizar a satisfacción el trabajo de movimiento de tierra.

En el caso de que parte del equipo no sea del oferente, se deberá adjuntar un documento mediante el cual el propietario de las máquinas se compromete a suministrarlas durante el plazo u oportunidad de utilización.

10.3. Limpieza del terreno y remoción de la capa vegetal

Comprende el trabajo de remoción de la maleza, ramas, hojas sueltas, basuras, raíces y la capa superior vegetal del terreno 0,50 m de espesor, excepto que se indique otra cosa en planos. El concepto general a aplicar al respecto es el de despejar el terreno de todas las materias no aptas para la formación de rellenos compactos.

El contratista obtendrá los permisos correspondientes y deberá cortar los árboles, arbustos y maleza que interfieran con los trabajos de construcción de esta etapa del proyecto.

Posteriormente se deberán extraer las raíces de árboles y arbustos que puedan alterar los rellenos vegetales de jardinería en áreas, no construidas. Los árboles, troncos, maleza y arbustos, etc., cortados se deberán retirar de la propiedad de la Universidad por el contratista antes de la entrega de los trabajos.

La capa vegetal no apta para rellenos de construcción puede ser utilizada posteriormente en aquellas áreas de jardinería en que se requiera terreno fértil, sin que contenga raigones, maderas, palos, etc., que puedan dificultar su distribución y nivelación.

El contratista deberá disponer y distribuir la maquinaria en la forma más adecuada para la remoción, el acarreo o la compactación de los suelos, utilizando cada máquina en la función que le corresponde únicamente. No se permitirá realizar el proceso de compactación con tractores únicamente.



El contratista deberá disponer, en tiempo seco, de los medios adecuados para proporcionar eficientemente el agua para darle la humedad óptima de compactación a los rellenos o cortes. Asimismo será por su propia cuenta la obtención de los permisos necesarios para obtener el agua de cualquier curso o fuente.

El contratista deberá incluir en su propuesta todo el acarreo de tierras que debe hacer dentro y fuera de los límites del sitio de la obra. Todo este material deberá ser depositado fuera de los terrenos de la Universidad.

10.4. Calidad y control de suelos

El contratista deberá disponer de la maquinaria más adecuada para la remoción, acarreos y compactación de las tierras. Todos los trabajos de compactación de suelos y zanjas deberán ejecutarse por medios mecánicos. El contratista deberá además disponer de medios más adecuados para obtener la humedad óptima de compactación en tiempo seco. El material deberá ser humedecido u oreado según el caso hasta alcanzar una humedad óptima con una tolerancia de 3% de contenido de agua.

El contratista debe incluir en su propuesta todo el acarreo de tierras sobrantes por desplazamiento de tuberías en zanjas, correcciones de rasantes en cordones, calles, estacionamientos y otras superficies.

Los inspectores evaluarán la compactación requerida del suelo con la ayuda del laboratorio de ensayo de materiales aprobado. Los grados de compactación que se dan a continuación y en el resto de estas especificaciones se refieren a Proctor estándar cuando se trata de materiales cohesivos y Proctor modificado cuando se trata de materiales granulares. El costo de las pruebas que no cumplan las especificaciones y todas aquellas que haya que repetir porque un primer muestreo resultara bajo serán cubiertos por el contratista.

10.5. Formación de calles y áreas de estacionamiento

El presente punto se refiere al suelo de las calles y áreas de estacionamiento hasta un nivel de 33 cm bajo la subrasante del pavimento. Cualquiera que sea la calidad del terreno, la compactación del suelo bajo y hasta ese nivel deberá tener un mínimo de 95% del Proctor estándar.

En el caso de formación de calles por relleno, la compactación se efectuará por capas de espesor de 20 cm medidos en la tierra suelta. La compactación de cada capa deberá llegar al valor especificado.

Si el nivel referido es obtenido por corte del terreno, los inspectores decidirán sobre la compactación natural y si ella resulta menor que el 95% requerido, el contratista deberá realizar, por su cuenta, trabajos de compactación que produzcan ese grado de densidad, hasta una profundidad no menor de 60 cm bajo el nivel de subrasante.

Cuando no se pueda obtener suficiente cantidad de material en la excavación para la subrasante se suplirá el material adicional de áreas de préstamo ajenas a la propiedad de la Universidad. El material de préstamo debe ser aprobado por el inspector.

Cuando se compruebe la existencia de material inadecuado para fundaciones, obras básicas u otras finalidades constructivas del camino, dentro de las cotas indicadas en los planos, o según se le ordene, el suelo deberá eliminarse y el espacio vacío deberá rellenarse con material adecuado debidamente compactado.



Toda la roca sólida o peñascos encontrados en el camino deberán excavarse a una profundidad de no menos de 10 cm por debajo de la cota inferior de la capa de base más baja del pavimento y las excavaciones resultantes serán llenadas nuevamente con material adecuado hasta llegar a la cota fijada.

10.6. Excavación y relleno para cordones de calles y estacionamientos

La caja de las calles o del estacionamiento debe cortarse a nivel con un ancho igual a la distancia entre caras interiores de las cunetas, con el fin de que éstas se asienten sobre el terreno natural adecuadamente compactado.

Cualquiera diferencia por profundidad en la subrasante del cordón la excavará posteriormente el contratista de las obras de infraestructura.

10.7. Taludes

Los taludes de unión entre terrazas de diferente nivel, o entre terrazas y terreno natural, deben también compactarse hasta el mismo grado al irse formando y a medida que se levanten las terrazas. En ningún caso se aceptarán los taludes formados por simple derrame de tierra suelta.

10.8. Áreas verdes y zonas de botadero

La capa vegetal y los árboles de las áreas verdes que no son afectadas por cortes, rellenos o taludes, deberán mantenerse a fin de facilitar posteriormente la formación de jardines.

El contratista deberá enzacatar todas las áreas libres del terreno, a menos que en los planos se indique de otra manera, debiendo además restituir todo el zacate que sea dañado durante el proceso constructivo (dentro o fuera de la zona de trabajo).

Las áreas de botadero serán indicadas y delimitadas por los inspectores, a fin de que no interfieran con áreas de construcción futura.

10.9. Enzacatado

10.9.1. Generalidades

Esta sección cubre el suministro y siembra de zacate tipo jengibrillo en los sitios indicados en los planos o por el inspector. El contratista deberá enzacatar todas las áreas libres del terreno, a menos que en los planos se indique de otra manera, debiendo también restituir todo aquel que sea dañado en el proceso constructivo, perteneciente a las construcciones adyacentes.

10.9.2. Preparación del terreno

El terreno existente, ya sea terracería efectuada por otro contratista o parte integral de este contrato, deberá nivelarse 20 cm por debajo del final del enzacatado. Para efecto de establecer niveles de terracería, el contratista deberá confirmar el nivel de las obras colindantes, ya sean existentes o a construir dentro de este contrato y descontar gradas y el espesor del enzacatado.



La terracería deberá quedar con todas las gradientes indicadas en planos, pero en ningún caso con una gradiente menor al 2%. Las superficies deberán ser lisas y libres de piedras, ramas, troncos ó raíces. Todo el trabajo de corte o relleno de las terrazas hasta obtener los niveles requeridos es por cuenta y riesgo del contratista.

10.9.3. Recubrimiento de suelo orgánico

Sobre las terrazas preparadas, de acuerdo con el apartado anterior, se colocará una capa uniforme de suelo orgánico de 20 cm de espesor final, compactada a mano, hasta lograr una superficie firme donde colocar el zacate.

El suelo orgánico de relleno será obtenido de sitios aprobados por el inspector y contendrá por lo menos una parte en diez de arena de río. Estará libre de piedras, raíces, ramas y cualquier otro material indeseable.

Una vez colocado y compactado, se le aplicará una dosis de un producto químico preemergente que no permita la germinación de malezas. Si antes de colocar el zacate ha iniciado el crecimiento de maleza, éste será eliminado con un herbicida similar al Round Up, aplicando una nueva dosis de preemergente.

10.9.4. Suministro y colocación del zacate

El césped deberá consistir de zacate jengibrillo, libre de otros zacates o hierbas, obtenido de áreas donde el suelo es fértil y con un alto porcentaje de tierra vegetal, con un espesor mínimo de cinco centímetros de tierra vegetal adherida a las raíces.

La explotación deberá programarse para que el material no permanezca cortado y sin sembrar por más de una semana. Se evitará almacenar material cortado uno sobre otro para evitar la pudrición.

Las áreas para enzacatar deberán prepararse de forma que tengan desniveles no menores al 2% hacia los desagües. Se sembrarán en cuadros (a menos que expresamente se requiera la siembra en semilla, tablero, etc.) de por lo menos 40 cm por lado, de forma tal que no dejen hendijas o tajos entre ellos al colocarlos, con juntas altermas.

En taludes con pendientes mayores a 2:1 (horizontal a vertical), el contratista deberá enclavar el zacate al suelo por medio de estacas de madera o bambú de 2x2x20 cm. Todo el zacate deberá fijarse y apisonarse por medios manuales y todas las juntas se rellenarán con tierra orgánica preparada según se mencionó anteriormente.

10.9.5. Mantenimiento

Inmediatamente después de plantado, el zacate se abonará con un producto químico nitrogenado, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El abonamiento se volverá a aplicar otra vez antes de la entrega final.

El zacate deberá fumigarse con herbicida para controlar el crecimiento de monte de hoja ancha. El producto a utilizar será el recomendado por el fabricante y se aplicará tantas veces como sea necesario.

El zacate deberá cortarse a mano a los treinta días de sembrado y a máquina cada quince días hasta el recibo del mismo, debiendo dar mantenimiento al menos por dos meses a partir de la siembra.



10.9.6. Recibo final

Todos los desechos de concreto u otros materiales indeseables que queden en las áreas verdes o de jardinería deberán de ser eliminados. Todas las áreas de zacate que no prosperen, pierdan su nivel, muestren empozamientos o se erosionen dentro de la vigencia de la garantía de cumplimiento deberán ser remplazadas por cuenta y riesgo del contratista, y esto será requisito para devolver la garantía de cumplimiento.

10.10. **Protección de la terracería**

Durante el proceso de movimiento de tierras y para protección de los trabajos de terracería después de terminados, se deberá evitar que se formen corrientes de agua que puedan erosionar el terreno. Para esto se deberán construir pequeñas zanjas de desagüe en la tierra donde los inspectores indiquen y de tal manera que se desvíen las aguas fuera de los taludes en los cuales los caudales que bajen por estos puedan ser perjudiciales.

A cambio de esto, previa decisión de los inspectores, en algunos taludes de gran acumulación de escorrentía, se puede dar a la parte plana una leve gradiente en sentido contrario a la gradiente del talud adyacente.

10.11. **Tolerancia de acabado**

La tolerancia en acabados de superficies de terrazas será de 5 cm en nivel y 10 cm en tamaño ancho o largo y en superficies de taludes será de 10 cm. Otros detalles de tolerancia serán definidos por los inspectores según la implicación que pueden tener en las obras de construcción que se ubicarán posteriormente.

10.12. **Movimiento de tierras en zanjas**

Las obras de relleno de zanjas para tuberías y para zanjas provisionales de desagüe o producidas por la erosión en el sitio de construcción de las obras de infraestructura deberán ser ejecutadas por el contratista de éstas.

10.13. **Zanjas para tuberías**

El trazado horizontal de las zanjas seguirá el eje de las tuberías respectivas de conformidad con los planos correspondientes. Con este objeto y para obtener las pendientes exigidas, el contratista deberá instalar un sistema de niveletas suficientemente rígido y anclado para que se mantenga inalterado por el movimiento de máquinas y los trabajos propios de excavación y colocación de las tuberías.

El ancho de las zanjas será el adecuado para permitir el acoplamiento satisfactorio de los tubos y la compactación eficiente del material de relleno por debajo y alrededor de la tubería. La profundidad variará de acuerdo al trazado vertical de la tubería.

Cuando la profundidad de las excavaciones de zanjas sea mayor de 2 m o cuando siendo menor de 2 m la calidad del terreno determinare posibles derrumbes y peligro para obreros y transeúntes, deberá hacerse uso de ademes y de cercas de protección, que permanecerán mientras el peligro subsista. La excavación de las zanjas se hará preferentemente a máquina (back-hoe).

Se tendrá especial cuidado al excavar, en no profundizar más allá de las rasantes de fondo con el fin de procurar a la tubería un asiento uniforme sobre el suelo de una misma calidad y compactación.



Si por alguna razón la rasante fuera sobrepasada, deberá seguirse excavando en la zona afectada hasta una profundidad en exceso, mínima de 10 cm.

La diferencia hasta llegar nuevamente a la rasante, deberá ser rellenada con lastre fino compactado a 95% del Proctor modificado. Una vez colocadas las tuberías, de acuerdo a las especificaciones más adelante detalladas, se procederá al relleno de las zanjas de conformidad con las instrucciones siguientes:

- El relleno se hará por capas de espesor máximo de 20 cm medidos en la tierra suelta.
- La humectación adecuada de la tierra de relleno se obtendrá agregando agua en forma uniforme y pareja (se recomienda el uso de regadera o de mangueras con pitón regador) al material acumulado a los lados de la zanja, antes de vaciarlo dentro de ésta.
- El relleno de la parte inferior de la zanja, por debajo y alrededor de la tubería y hasta 40 cm más arriba de su corona, deberá hacerse con material seleccionado, apisonado a mano. Se entenderá por material seleccionado los limos orgánicos, de la propia excavación o de cualquiera otra zona el área de la construcción. La compactación de cada una de las capas deberá llegar al 95% del Proctor modificado.
- El resto de la zanja, hasta un nivel de 40 cm bajo la subrasante del pavimento, se rellenará con tierra de la mejor calidad obtenible, preferentemente limos y proveniente de la propia excavación o de cualquier zona del área del proyecto.
- La compactación requerida para este relleno es también 93% del Proctor modificado.
- Los 40 cm superiores de las zanjas bajo superficies de calles, estacionamientos, aceras u otras estructuras, se rellenarán con lastre o toba volcánica, en capas de 20 cm de espesor, compactado al 95%. Este último punto comprende también los últimos 40 cm superiores de rellenos adyacentes a las paredes de pozos, tragantes, desfuegos y otras estructuras bajo pavimentos, estacionamientos y aceras.

10.14. Excavaciones para cordones de calles y áreas de estacionamientos

Estas excavaciones se ceñirán en general a las reglas aplicables a las fundaciones: verticalidad de las paredes y horizontalidad del fondo. Sus dimensiones serán las mínimas adecuadas para dar cabida al cordón-cuneta que deba construirse.

Si por error del contratista la excavación resultara más profunda que lo necesario, el exceso de profundidad deberá rellenarse con hormigón de la misma calidad del cordón, simultáneamente con el vaciado de éste o cubrirse previamente al vaciado con hormigón de 140 kg/cm² dejando a nivel la superficie del relleno.

10.15. Cordón

El cordón será construido de conformidad con el plano de diseño de sitio en lo que corresponde a sus características topográficas y de acuerdo con los dibujos de detalle respectivos, en lo que concierne a sus dimensiones.

Para su hechura se usará concreto de 210 kg/cm² y formaleta metálica de manera que no se requiera acabado posterior en sus caras verticales. La cara superior horizontal se aplanará en fresco hasta lograr una superficie lisa, pareja y uniforme. La superficie final deberá quedar perfectamente lisa y sin defectos de construcción de manera que el agua no se acumule. Debe llevar juntas de expansión a cada 3 metros. Todo el trabajo deberá quedar con los niveles indicados en planos, de lo contrario los tramos con defectos deberá el contratista demolerlos y hacerlos de nuevo. El contratista deberá marcar en bajorrelieve, en la cara vertical visible, cualquier prevista para paso de cañería o cloaca (cruz para cañería, flecha para cloaca).



10.16. Geotextil

Cuando así se solicite para los drenajes, en todo el perímetro deberá colocarse una capa de geotextil no tejido, tipo MacTex MT 200.

Las características de este material, junto con las normas establecidas para su medición, son:

- Gramaje ASTM D-5261: 200 g/m².
- Espesor ASTM D-5199: 1,50 mm.
- Resistencia a la tracción Grab Test ASTM D-4632: 80 kg.
- Elongación a la tracción Grab Test ASTM D-4632: 60%.
- Resistencia a la tracción tira ancha ASTM D-4595: 1500 kg/m.
- Elongación a la tracción tira ancha ASTM D-4595: 50%.
- Resistencia al punzonamiento ASTM D-4833: 50 kg.
- Resistencia al estallido Mullen Burst Test ASTM D-3786: 240 kg/m².
- Resistencia al desgarre trapezoidal ADTM D-4533: 35 kg.
- Abertura de filtración (AOS) ASTM D-4751: 0,15 mm.
- Permeabilidad ASTM D-4491: 0,32 cm/s.
- Permisividad ASTM D-4491: 1,80/s.
- Flujo de agua ASTM D-4491: 4885 L/min/m².
- Resistencia a los rayos ultravioleta ASTM D-4491: 70% retenida por 500 h.

El geotextil deberá traslaparse al menos en una longitud de 20 cm.