

Presentación

La experiencia adquirida por la inversión social en los últimos años, especialmente en proyectos de construcción en el área rural, ha sido fortalecida por una participación dinámica de los diversos sectores de la población, desde la comunidad beneficiaria de los proyectos hasta los profesionales del área técnico constructiva.

Esta dinámica de inversión requiere de un acompañamiento técnico para garantizar la calidad misma de la obra, consecuentemente surge la necesidad de contar con instrumentos que apoyen dicho acompañamiento técnico, siendo esta la razón fundamental de la elaboración del presente Manual para la Supervisión de Obras Civiles.

Luego de analizar el nivel de complejidad de las obras ejecutadas y la capacidad técnica instalada en los departamentos y municipios, se detectó la necesidad de contar con una Manual para Supervisión, que pudiera constituirse en un auxiliar para el trabajo de campo, sin que ello sustituyera el acompañamiento técnico-profesional necesario. Bajo esta perspectiva, la Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia –SCEP- con el apoyo de la Cooperación Técnica Alemana –GTZ-, contrató una consultoría para a la realización del Manual referido.

La primera versión de este manual fue revisada y discutida en dos talleres de trabajo, con la participación de funcionarios de la SCEP y de algunos funcionarios de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, consultores del Programa Las Verapaces PLV/GTZ y los profesionales que elaboraron el manual.

Estos procesos de validación fueron valiosos para contar con la versión revisada, ya que en los mismos surgieron comentarios y aportes que fueron incorporados para que el Manual sea accesible a los usuarios directos del mismo.

Finalmente, se considera que este instrumento puede ser de suma utilidad para los diferentes fondos que ejecutan proyectos de construcción, así como para las municipalidades, instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas en general, para quienes está a la disposición el presente Manual.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	CÓMO EFECTUAR UNA SUPERVISION	3
	1. Criterios generales	3
	2. Elementos básicos	3
	3. Proceso de Supervisión	5
	4. Obras de diferente tipo	7
III.	EDIFICACIONES	
	1. Trazo	8
	2. Cimentación	8
	3. Muros	10
	4. Techos	11
	5. Instalación de agua potable	12
	6. Instalación de alcantarillado y drenaje	13
	7. Instalación eléctrica	15
	8. Pisos	15
	9. Acabados	16
	10. Supervisión de edificaciones	17
	11. Guía rápida para supervisión de edificaciones	31
IV.	SISTEMAS DE AGUA POTABLE	
	1. Captación	33
	2. Tubería de conducción	34
	3. Tratamiento	35
	3.1 Desarenador	35
	3.2 Caseta de dosificación de químicos	36
	3.3 Canal de mezcla	36
	3.4 Tanque sedimentador	36
	3.5 Batería de filtros	36
	3.6 Desinfección	37
	4. Tanques de distribución o almacenamiento	37
	5. Línea y red de distribución	37
	6. Servicios domiciliarios, prediales y llenacántaros	38
	7. Obras de arte	39
	8. Supervisión de un sistema de agua potable	41
	9. Guía rápida para la supervisión de sistemas de agua potable	44
V.	SISTEMAS DE DRENAJES	
	1. Interconectores domiciliarios	45
	2. Ramales secundarios	46
	3. Tramos o ramales principales	46
	4. Colectores	46
	5. Pozos de registro	46
	6. Cajas tragantes	47
	7. Obras o canales de descarga	47
	8. Plantas de tratamiento de drenajes	48

	9. Supervisión de sistemas de drenajes	48
	10. Guía rápida para supervisión de sistemas de drenajes	52
VI.	CAMINOS DE TERRACERÍA	
	1. Destronque y limpieza	53
	2. Trazo	53
	3. Movimiento de tierras	54
	4. Conformación de la sección transversal del camino	54
	5. Cabezales y cajas	55
	6. Balastado del camino	55
	7. Construcción de obras de arte	56
	8. Supervisión de caminos de terracería	61
	9. Guía rápida para supervisión de caminos de terracería	65
VII.	PUENTES Y OBRAS SIMILARES	
	1. Trazo	66
	2. Subestructuras	67
	3. Superestructuras	68
	4. Barandales, aceras, bordillos de seguridad y salidas de drenaje	73
	5. Diferentes tipos de apoyos de las superestructuras	73
	6. supervisión de puentes y obras similares	75
	7. Guía rápida para la supervisión de puentes y obras similares	80
VIII.	PUENTES PEATONALES COLGANTES	
	1. Trazo	82
	2. Subestructura	83
	3. Superestructura	83
	4. Supervisión de puentes colgantes	85
	5. Guía rápida para supervisión de puentes colgantes	87
IX.	SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA	
	1. Conceptos básicos	88
	2. Normalización de voltajes	89
	3. Descripción de un sistema eléctrico de distribución	90
	4. Sistema de distribución primario	91
	5. Elementos que integran una línea de distribución primaria	91
	6. Estructuras normales	95
	7. Supervisión de un sistema de distribución de energía eléctrica¹	97

¹ No se requiere una guía rápida para la supervisión de un sistema de distribución de energía eléctrica.

I. INTRODUCCION

No existe empresa o actividad que pueda tener éxito sin una adecuada supervisión a todos los niveles. Los mejores programas y proyectos se convierten en simples documentos de archivo o fracasos, si no existe una supervisión que permita ejecutarlos.

Supervisión es la visión superada del trabajo humano a la ley del conocimiento teórico y práctico del esfuerzo, de la naturaleza individual y social del mismo y del beneficio que éste proporciona a las personas.

En consecuencia, un Supervisor necesita poseer conocimientos teóricos de la actividad que debe observar de la institución que integra y de la solución de los problemas que se plantean. Un Supervisor no es la persona que ordena, sino la que orienta, no dice lo que "hay que hacer", sino lo que "se debe hacer", consecuentemente es una persona lógica y ordenada en el pensamiento, claro y sencillo en la exposición o demostración y un modelo en la conducta y los modales.

En la práctica, el supervisor encontrará muchos problemas que no se contemplan en este manual, ya que la supervisión de una obra representa numerosas situaciones imprevistas que el Supervisor tiene que resolver durante la ejecución del proyecto.

Objetivo General:

Establecer una norma sencilla y uniforme, tanto para cubrir la información que debe suministrar la supervisión de las obras, como para delimitar las funciones y responsabilidades del personal encargado de realizar dicha actividad.

Objetivos Específicos:

1. Normar y estandarizar los procedimientos a seguir para lograr una supervisión eficiente y eficaz.
2. Proporcionar al personal encargado de la supervisión de proyectos de construcción, los mecanismos que faciliten el control adecuado de las obras que se ejecutan.
3. Indicar el procedimiento para proporcionar periódicamente la información cualitativa y cuantitativa del desarrollo de las obras.
4. Mejorar la calidad de las obras y optimizar la utilización de los recursos a fin de incrementar la productividad.

Responsabilidades y obligaciones del Supervisor:

1. Mantener un estricto control de calidad en la ejecución del proyecto, exigiendo procedimientos constructivos aceptables.
2. Efectuar la visita preliminar al proyecto, en compañía del ejecutor.
3. Contar con un programa de supervisión por proyecto, destacando principalmente, las etapas constructivas críticas de los proyectos.
4. Presentar un informe técnico de cada visita al proyecto.
5. Vigilar porque exista dirección técnica del proyecto por parte del ejecutor y que el personal en obra tenga suficiente experiencia.
6. Mantener la Bitácora de Campo en la obra y por ningún motivo retirarla de la misma, debiendo estar autorizada por el Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural.
7. Exigir la disponibilidad de los planos constructivos, de tal manera que se encuentren en la obra y accesibles para consulta.
8. Resolver las dudas técnicas que presente el Ejecutor sobre el proyecto, documentando sus recomendaciones en bitácora y por los medios que considere conveniente.
9. Ordenar la suspensión de los trabajos, si fuere necesario.
10. Mantener una buena relación con los miembros de la comunidad.
11. Dictaminar sobre las órdenes de cambio y solicitudes de prórroga solicitadas por el Ejecutor.
12. Verificar que la documentación de soporte de pago de las estimaciones de avance coincida con el avance físico y con lo contratado, para aquellas obras que se ejecutan por contrato.
13. Atender las sugerencias de cualesquiera de las instancias que participan en la ejecución del proyecto, tales como la Municipalidad, Entidades Gubernamentales, etc.

II. ¿CÓMO EFECTUAR UNA SUPERVISION?

CONCEPTO DE SUPERVISION DE OBRAS

Supervisar una obra es: “Examinar la misma a través de una persona capacitada, denominada **supervisor**, para concluir y dictaminar si la obra o fase en construcción, está correcta o no, de acuerdo al diseño preestablecido en los documentos del proyecto; debiendo recomendar al **ejecutor o unidad responsable** las medidas correctivas pertinentes en tiempo oportuno”.

En el concepto anterior, tenemos que vincularnos con cuatro Aspectos Fundamentales:

CRITERIOS GENERALES

Existe diversidad de criterios para definir el tipo y condiciones de supervisión de una obra, en razón de que están en juego muchos factores que influyen en los aspectos generales del tema; entre otros: la magnitud de la obra, su grado de complejidad o especialidad, la ubicación y accesibilidad a la misma, la oportunidad de obtener servicios de supervisión en el área o en función de su monto, la etapa de ejecución en que se encuentre la obra, los requerimientos o compromisos de supervisión preestablecidos, desde una simple inspección de avance de obra hasta un examen minucioso de calidad de obra y/o una auditoría pormenorizada, etc.

Para el tipo de obras que nos ocupa, que son los proyectos cofinanciados con el Fondo de Solidaridad para el Desarrollo Comunitario; por lo general, obras de pequeña o mediana inversión, que en su mayoría son de relativa simplicidad y similitud, al grado de incluir en algunos casos diseños modelos. Se considera factible, el logro de supervisión por **personal no profesional en la materia**, pero sí capacitado a través de una orientación y guía, de cómo realizar las supervisiones necesarias, en el tiempo que dure su ejecución; objetivo que se espera lograr con este **Manual de Supervisión**. También se reconoce las limitaciones de tiempo del personal encargado, cuya actividad y responsabilidad de supervisión de las obras del FSDC, constituye otra actividad más en sus responsabilidades de funcionario; otra razón más, para buscar facilitarle la labor y responsabilidad de supervisar dichas obras.

Hechas las anteriores consideraciones; se ha preparado el presente instrumento para que pueda ser utilizado en cualquiera de las visitas del personal de supervisión a las obras, con el aprovechamiento de los recursos disponibles y de acuerdo a las posibilidades, sin atender necesariamente a una programación preestablecida; al buscar incluir el quehacer de la supervisión, en cualquiera de las etapas de ejecución de cada una de las obras y sus componentes.

ELEMENTOS BASICOS

Se consideran elementos básicos en la supervisión; a los que constituyen fundamento para realizar con objetividad y seguridad la misma, entre los que sobresalen los siguientes elementos: Los documentos vinculados con la ejecución del proyecto, instrumentos de campo, capacitación del personal, apoyo logístico y los documentos resultado de la supervisión. Sin la satisfacción de estos factores, es difícil, sino imposible su realización.

2.1 DOCUMENTOS

Incluye:

- Cualquier **Ley o Reglamento** que afecte el proyecto.
- El **Convenio de Cofinanciamiento**, suscrito entre la Unidad Ejecutora, la Comunidad beneficiada y el Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural, a través de sus representantes.
- El **Contrato de Ejecución de Obra**, cuando la Unidad Ejecutora utiliza esta modalidad.
- Las **Normas de Procedimiento, Ejecución y Calidad** existentes, relacionadas con el tipo de proyecto
- El propio **Manual de Supervisión**
- El Juego de **Planos de Diseño del Proyecto**
- Las **Especificaciones Técnicas de Diseño y Construcción**
- La programación o **Cronograma de Ejecución de Obra**
- El **Presupuesto de la Obra**

Cualquier otro Documento vinculado con la misma.

2.2 INSTRUMENTOS DE CAMPO

Entre los instrumentos de campo, básicos para efectuar la supervisión de obras podemos citar:

- Una **cinta métrica**, de preferencia de unos 20 metros en adelante
- **Clinómetro** de mano
- **Brújula** óptica o de mano
- **Calculadora de bolsillo**, de preferencia tipo científica
- **Libreta de apuntes** de bolsillo
- Una **carpeta o tableta con prensa papel**, para portar seguros los formularios de reporte de supervisión
- El propio **Manual de Supervisión**
- **Cualquier otro instrumento** útil para la actividad, como cámara fotográfica, altímetro, etc.

2.3 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE SUPERVISIÓN

Definitivamente este es un elemento indispensable para el éxito y los buenos resultados de la supervisión, siendo necesario que el mismo cuente con un **criterio técnico**, para un proceso lógico de supervisión de obras y los aspectos más relevantes a examinar en:

- Cada **tipo de obra**
- Sus **componentes o unidades**
- Sus diferentes **etapas de construcción**

Lo cual se pretende con el desarrollo de este manual.

2.4 APOYO LOGÍSTICO

Ninguna actividad de campo es posible realizar, si no se cuenta con el apoyo logístico; la supervisión de obras es una de ellas que requiere como mínimo, en función de su ubicación relativa de:

- Un **vehículo adecuado** al tipo de camino que se tenga que recorrer.
- Posiblemente un **guía**, sobre todo para realizar la primera visita de supervisión a la obra.
- Algunas veces dependiendo del lugar y otros factores, el **apoyo comunitario**.
- El **apoyo y respaldo de las autoridades** del municipio y del lugar.
- La ayuda de **personal de campo o comunitarios** con su participación directa en las actividades de supervisión.

2.5 DOCUMENTOS RESULTADO DE LA SUPERVISIÓN

Como consecuencia de la visita y supervisión de la obra, siempre habrá un resultado positivo o negativo de la misma, el que deberá quedar muy claro en:

- El **Formulario de Informe de Supervisión y Evaluación de Avance Físico de la Obra**, de acuerdo al formato establecido en el Anexo 6 del Manual de Procedimientos para la Ejecución del Fondo de Solidaridad para el Desarrollo Comunitario, que incluye el Formulario y los Criterios Técnicos de Supervisión.
- El o los **Informes** que se hagan llegar a las autoridades, como se especifica en el Capítulo 6 del Manual de Procedimientos, mencionado en el inciso anterior; puede ser una copia, según ese formulario, **Ref.** Anexo 6 del Manual de Procedimientos, o bien como más convenga o se requiera de parte de la autoridad respectiva.
- Las **Observaciones y Recomendaciones en Bitácora**, de lo más relevante e importante de anotar como resultado de la supervisión de la obra.

PROCESO DE SUPERVISION

Indistintamente de la obra que se trate, el proceso de supervisión debe comprender:

3.1 OBTENER INFORMACION

Apersonarse a las oficinas del CODEDUR o el COREDUR con el objeto de a) conocer el **listado de las obras** que requieren supervisión, b) la **programación** preparada para el efecto y c) obtener la **información especificada** para cada obra, según el inciso No.1 del Formulario para Evaluación del Avance Físico de Obras y Proyectos, **Ref.** Anexo 6 del Manual de Procedimientos para la Ejecución del FSDC.

3.2 CONOCER DOCUMENTACION

Realizar al inicio y en cualquier etapa de ejecución, una cuidadosa **investigación y revisión de toda la documentación** vinculada con la obra, nos referimos a los documentos mencionados en el capítulo de los Elementos Básicos. De ser posible, **anotando lo más importante** relacionado con la obra y especialmente con la etapa de ejecución correspondiente.

3.3 COORDINAR SUPERVISION

Contactar con autoridades de los diferentes niveles, involucradas en la ejecución de la obra, con el objeto de **coordinar la gestión de supervisión**, obtener más información de la misma y el apoyo en el ámbito local, para el buen logro de la supervisión

3.4 EFECTUAR SUPERVISION

Al presentarse a la obra, deberá portar: un **juego completo de planos**, las **especificaciones técnicas** de ejecución y el **cronograma de ejecución** de obra, obtenidos de las oficinas relacionadas con la supervisión o bien el juego de estos documentos que siempre debe existir en el lugar de la obra y que debe proporcionar el encargado de la misma. **La finalidad es:**

- **Utilizar los planos en forma pormenorizada**, para comparar el proyecto diseñado con lo realizado en obra, incluyendo todos sus detalles. Comprobando dimensiones, estructuras, instalaciones, características, detalles, cumplimiento de especificaciones, etc.
- **Comprobar el cumplimiento de las especificaciones técnicas**, tanto en la calidad de materiales y mano de obra; como en la obra misma, en sus aspectos generales de construcción, estructuras, instalaciones, detalles, acabados, etc.
- **Comparar el avance de obra** contra el cronograma de programación de la misma. Estableciendo el avance físico de la obra en función de los criterios técnicos, establecidos en el Formulario específico de **Ref. Anexo No. 6** del Manual de Procedimientos para la Ejecución del FSDC.
- **Verificar el suministro y la calidad de recursos** de: mano de obra, materiales, equipo, maquinaria, etc.
- **Detectar problemas de toda índole**: de carácter técnico, laborales, de suministro de materiales, de calidad de obra, de retraso en la ejecución, legales, ambientales, etc. **Buscando y recomendando soluciones.**
- **Hacer recomendaciones** para la próxima o siguientes etapas de ejecución de la obra, con base en lo observado en esa visita y en previsión de futuros problemas o desaciertos.
- **Anotar en el libro bitácora** todas las observaciones y recomendaciones planteadas al ejecutor o contratista, reproduciendo una copia para constancia de lo anotado.
- **Llenar la información** requerida en los incisos (2) Evaluación física de la obra y (3) Datos que se obtienen en la obra o proyecto, del Formulario de Criterios Técnicos y Supervisión, **Ref. Anexo 6**, del Manual de Procedimientos, establecidos para la supervisión. Incluyendo las copias para las autoridades especificadas en el mismo manual.
- **Abocarse** a la brevedad posible, **a la Unidad Ejecutora** (en la mayoría de los casos la Municipalidad correspondiente), para: a) Presentar los resultados de la supervisión, b) Se conozcan las observaciones y recomendaciones y c) Se hagan efectivas de inmediato, las medidas correctivas. Sin lo cual, no tiene ningún sentido, ni valor la supervisión.
- **Comprobar en la próxima visita a la obra**, si se efectuaron las correcciones pertinentes, de acuerdo a las recomendaciones planteadas.

DESARROLLO DE TEMAS

OBRAS DE DIFERENTE TIPO

Se inicia el desarrollo de la temática, incluyendo un capítulo común a todo tipo de obra, y que está relacionado con los preparativos para dar inicio a la ejecución del proyecto, como lo constituye los **Trabajos Preliminares**; con la única diferencia de que en función de la magnitud, categoría y especialidad de la obra, así será el interés por estos aspectos previos a la ejecución de la misma. Por lo que previo a la ejecución de toda obra, se hace necesario la inspección de sus instalaciones preliminares, comprobando la satisfacción de ellas y su funcionalidad.

4.1 TRABAJOS PRELIMINARES

Constituye la fase de los preparativos para facilitar y hacer posible la ejecución de la obra definitiva, buscando contar con todos los recursos materiales necesarios, entre otros:

- **Descombrado, chapeo y limpieza** del terreno
- Construcción de **plataformas**
- **Camino** de acceso
- **Cercado** del área de trabajo
- Instalación provisional de: **agua potable, electricidad, servicios sanitarios, etc.**
- **Oficinas** provisionales
- **Bodegas, talleres** etc.

Con tal efecto se debe:

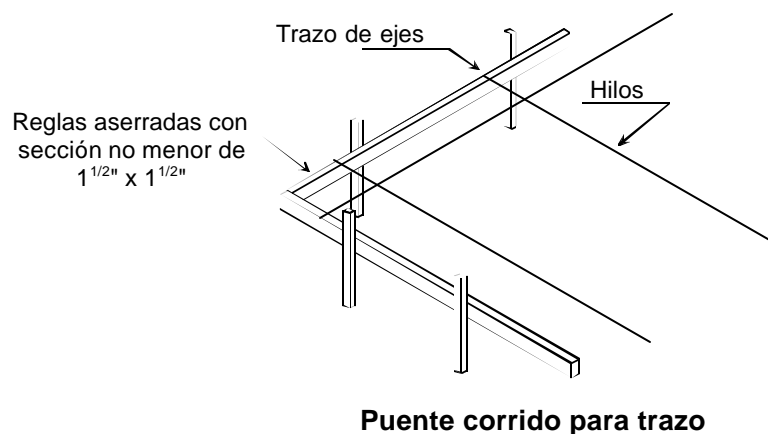
- Comprobar la solución o existencia de cada una de las instalaciones necesarias, de acuerdo al proyecto, lugar de ejecución y decisión o requerimiento especificado.
- Asegurar que no se corran riesgos de falla o peligro por su condición de uso temporal.
- Probar la seguridad y funcionamiento de las mismas.
- Comprobar la capacidad de cada una de las obras preliminares o temporales y el cumplimiento de los requisitos establecidos.

III. EDIFICACIONES

El concepto de edificación comprende obras del siguiente tipo: **edificios escolares, puestos de salud, salones de usos múltiples, bodegas, talleres, centros de acopio, mercados, etc.** Inicialmente se hace una descripción de cada uno de los componentes o etapas de ejecución de este tipo de obra, en el orden sucesivo de: **trazo, cimentación, muros, techos, instalación de agua, instalación de alcantarillado y drenaje, instalación eléctrica, pisos y acabados;** y a continuación se describe el procedimiento para la supervisión de estos componentes de las obras de edificación, considerando los aspectos más importantes de examinar en cada una.

1. TRAZO

Para efectuar el trazo de una edificación se debe utilizar necesariamente un punteado de madera, para el que normalmente se utilizan reglas de las dimensiones anotadas en el esquema.



2. CIMENTACION

2.1 TIPOS DE CIMENTACION

a. Cimiento de Concreto Reforzado tipo corrido

Son cimientos a base exclusiva de concreto y refuerzo de hierro estructural, de sección uniforme, utilizados como apoyo de muros de cualquier tipo. Son los más recomendables por su capacidad de resistir: a) la **compresión** a que está sometido por el peso de los muros y las cargas verticales en general, b) los **esfuerzos de corte** cuando el suelo no tiene la misma resistencia, y c) por ser capaz de resistir **esfuerzos longitudinales de tensión**. Son poco voluminosos.

b. Cimientos de Concreto Reforzado para Columnas Aisladas o Individuales

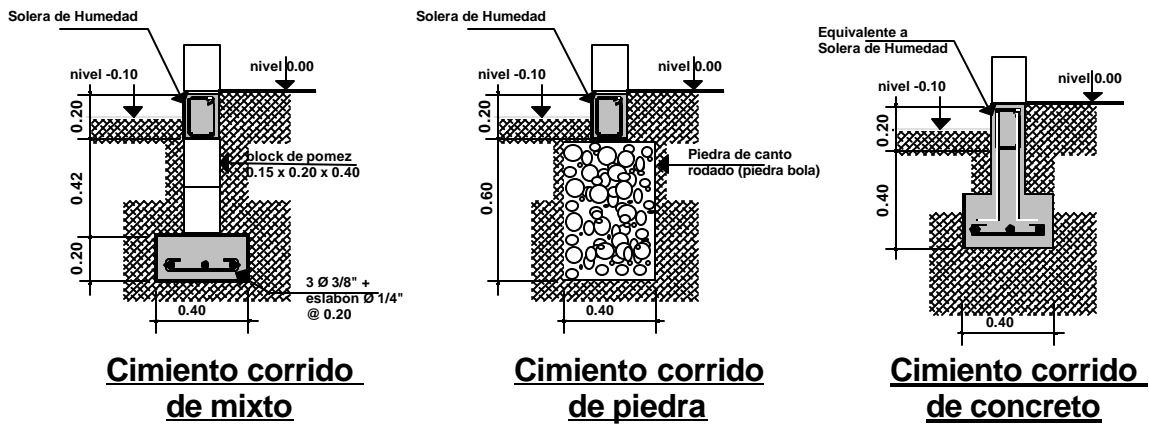
Son cimientos a base de concreto reforzado, que transmiten individualmente las cargas y cualquier esfuerzo producido por cada columna al suelo, con las mismas características que los cimientos corridos de concreto reforzado (Se conocen comúnmente como Zapatas).

c. Cimiento de Mixto tipo corrido para Muros

Son cimientos construidos a base de concreto reforzado y block o ladrillo de arcilla, posee prácticamente las mismas características de los de concreto reforzado tipo corrido y son más livianos. Son también poco voluminosos.

d. Cimientos de piedra con aglomerante tipo corrido

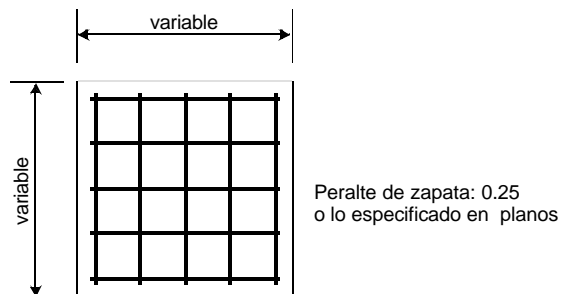
Son cimientos construidos con piedra y un aglomerante, que puede ser una mezcla de arena amarilla y cal, constituyendo el calicanto, o la combinación con concreto, constituyendo un concreto ciclópeo. Este tipo de cimiento, tiene algunas propiedades contrarias a los anteriores, por lo que en general no son recomendables y se utilizan más que todo por tradición o economía; en todo caso, se prefieren de mezcla de cal combinada con un poco de cemento y mejor aún si el aglomerante es concreto. No resisten la tensión longitudinal, y son muy voluminosos y pesados.



Cimiento corrido de mixto

Cimiento corrido de piedra

Cimiento corrido de concreto

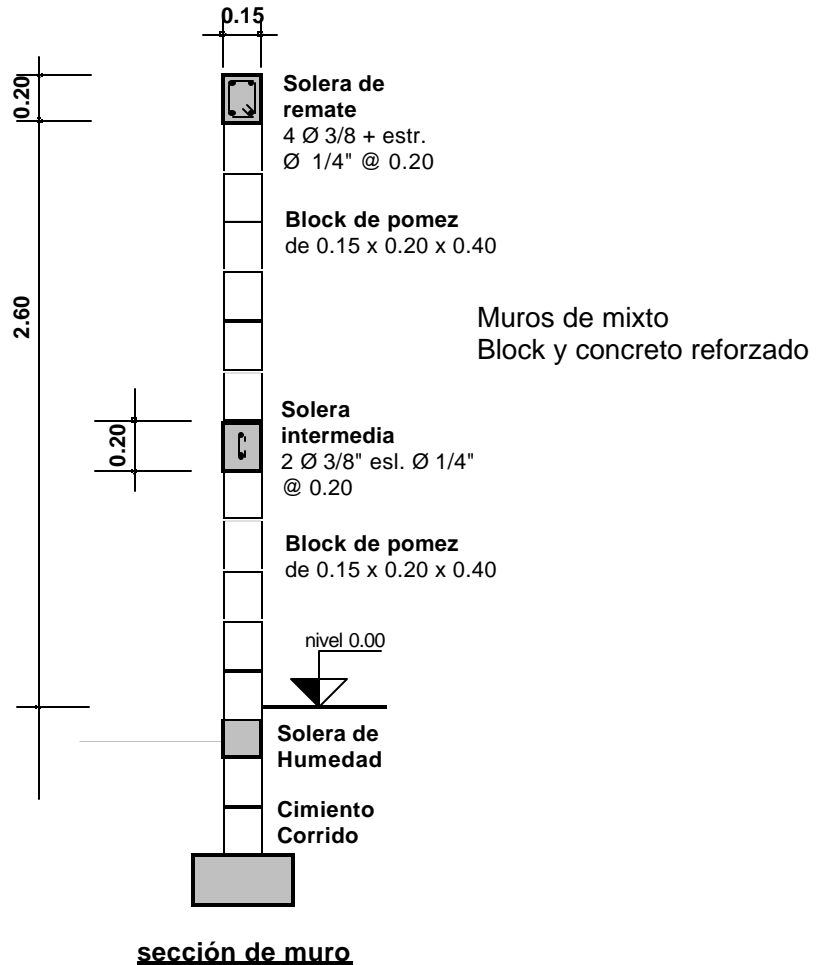


Zapata para columna aislada

3. MUROS

3.1 TIPOS DE MUROS

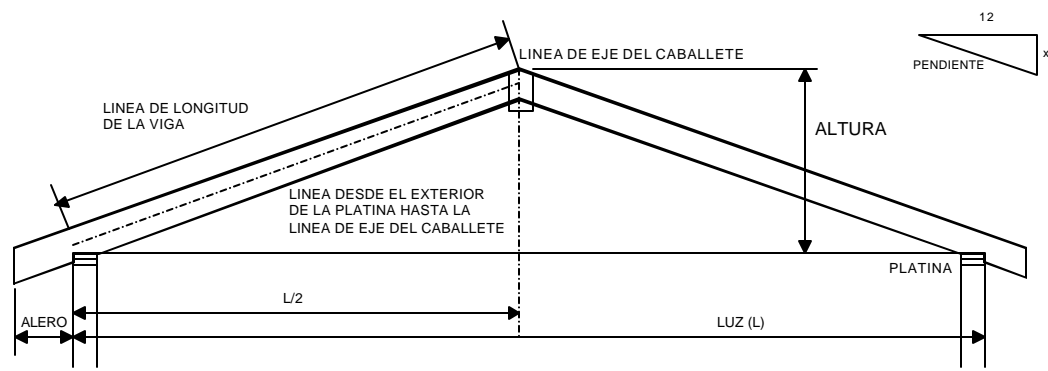
Para el caso, se consideran únicamente los **muros de mixto**, por ser los más comunes y convenientes de utilizar, por su seguridad y economía; los cuales están estructurados a base de mampostería que puede ser block, ladrillo de barro, piedra, etc. y elementos de concreto reforzado con armaduras de hierro estructural, conformado por columnas y soleras que abrazan y refuerzan la mampostería



4. TECHOS

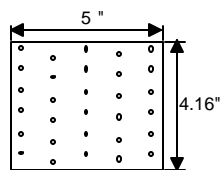
4.1 TECHOS DE ESTRUCTURA DE METAL O MADERA

Las estructuras de techos de metal o madera, pueden ser a base de una armadura propiamente o solamente constituidos, por vigas de apoyo de las costaneras que soportan la cubierta. El tipo de cubierta usual para las estructuras de madera, ya sea que se trate de vigas o armadura, puede ser lámina o teja; no así, para las estructuras de metal que usualmente, se utiliza lámina de cualquier tipo y calidad.

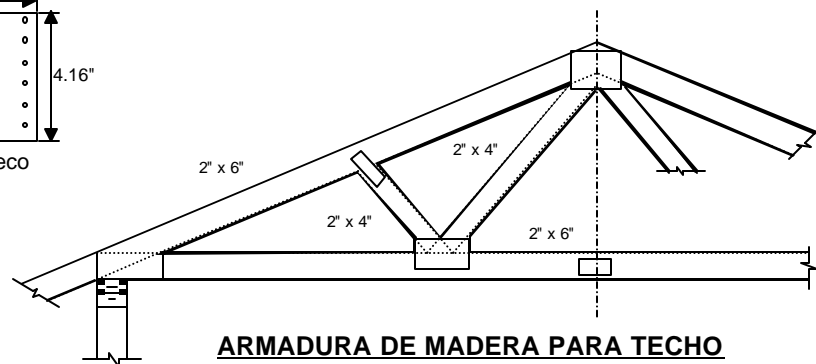


ARMADURA DE METAL

Vigas sección C



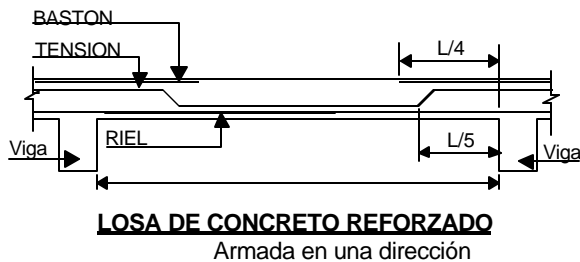
(a) Placa Teco



ARMADURA DE MADERA PARA TECHO

4.2 TECHOS DE LOSA DE CONCRETO

Para el tipo de edificaciones consideradas, es poco usual la utilización de este tipo de techos; sin embargo se pueden dar algunos casos, por lo que se consideran, incluyendo la posibilidad de que se trate de: a) **losas de concreto reforzado** armadas y fundidas en el lugar o bien de b) **losas prefabricadas** con elementos de concreto preesforzado (viguetas) y elementos de relleno (bovedillas) de concreto liviano moldeado, que finalmente requieren la fundición siempre de una losa de concreto reforzado muy delgada en la parte superior.



5. INSTALACION DE AGUA POTABLE

Básicamente se utilizan dos tipos diferentes de tubería y accesorios, en las instalaciones de agua para el tipo de edificaciones que nos ocupa:

a. Tubería de Hierro Galvanizado

La tubería de hierro galvanizado que cada vez es menos usada, dados los inconvenientes de su manipulación, instalación y duración, a excepción de su resistencia; por lo que especialmente es utilizada en tramos o extremos, expuestos a un fácil deterioro o destrucción. Sin embargo, las mayores desventajas que posee es su fácil corrosión y su costo elevado, lo que se agrava cada vez más, por la disminución de la capa de galvanizado que se le aplica; por lo que ha ido cayendo en desuso.

b. Tubería de Cloruro de Polivinilo no Plastificado (PVC)

Esta tubería ofrece mejores características y propiedades que la anterior, es muy liviana, fácil de manipular, de instalar, de larga duración, pero por sobretodo no hay efectos de corrosión, es muy resistente a muchos químicos y es mucho más económica. Por lo que se ha ido intensificando más su utilización, desplazando a otros tipos de tubería y accesorios.

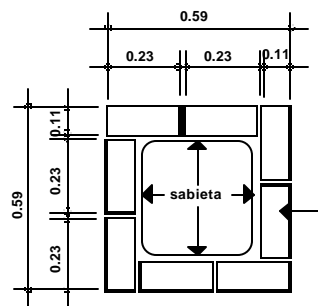
6. INSTALACION DE ALCANTARILLADO Y DRENAJE

Para las edificaciones se diseñan y construyen **instalaciones de alcantarillado** específicos para las aguas residuales e **instalaciones de drenaje** para las aguas pluviales; o bien se diseñan y construyen **instalaciones de drenaje combinadas**, que reúnen los dos tipos de agua, que resulta ser el caso más común en nuestro medio. En el caso de comunidades que carecen de red de alcantarillado, se utilizan fosas sépticas con descarga a Pozo de Absorción.

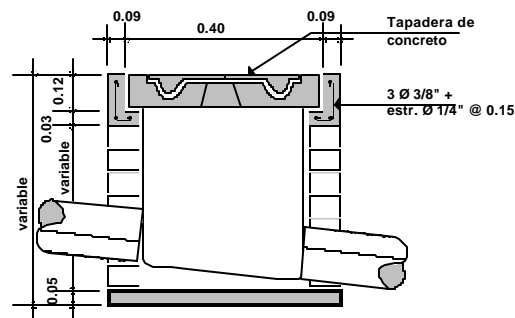
Indistintamente del sistema de drenaje adoptado para el tipo de edificaciones considerado, los materiales más utilizados hoy día, son las tuberías de cemento y PVC.

a. Tubería de Cemento

Tradicionalmente se ha utilizado este material en el país, especialmente por la particularidad de que la tubería y sus accesorios, se pueden construir o conseguir fácilmente en todo el territorio; sin embargo, presenta el inconveniente de ser: a) de difícil manipulación por su peso, b) relativamente voluminoso, c) de alto grado de rugosidad, d) de difícil instalación por el trabajo que requiere y el riesgo de dejar obstrucciones en las juntas durante su instalación, e) exige mano de obra calificada para su instalación lo que eleva este costo. Dentro de sus ventajas, está su relativo bajo costo de material y construcción, con relación a la tubería de PVC.



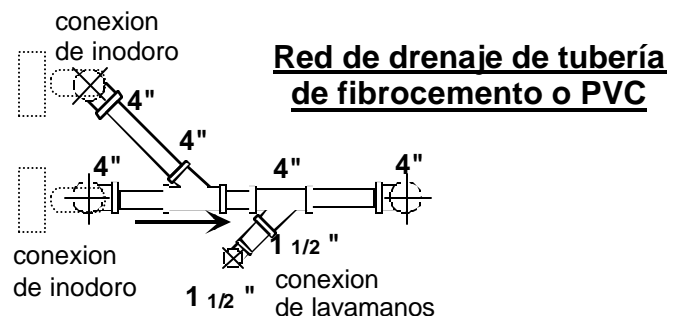
**Caja de Registro
Planta**



**Caja de registro
Sección**

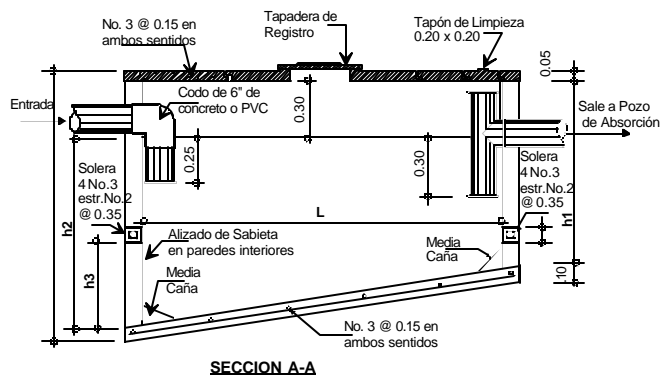
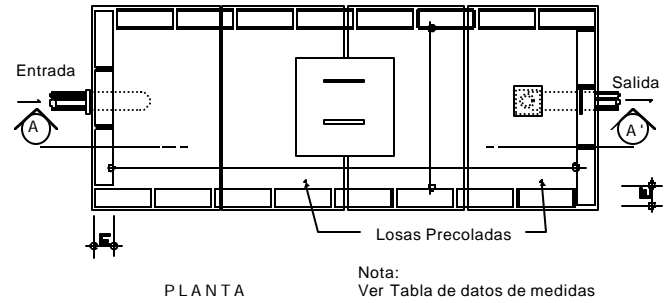
b. Tubería de PVC

Este tipo de tubería es más reciente y está teniendo cada vez más demanda en instalaciones de drenajes, en razón de sus características y propiedades, a) es un material más liviano, b) más resistente, c) con grado de rugosidad muy bajo, que permite pendientes menores en su instalación y buen funcionamiento, d) de fácil instalación, e) con diversidad de accesorios y f) no requiere mano de obra especializada. El inconveniente es su costo elevado con relación a la tubería de cemento.



c. Fosa séptica:

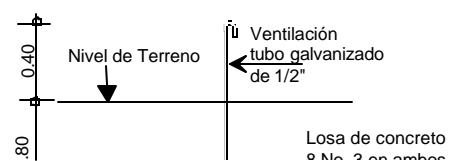
Es utilizada para sistemas de disposición de excretas con arrastre de agua y tiene aplicación en zonas que cuentan con redes generales de agua potable, pero que carecen de red de alcantarillado. La composición básica es la de un estanque cubierto (hermético y con tubería para ventilación), construido de piedra, ladrillo, block de pómez, concreto reforzado, generalmente rectangular, el cual se proyecta para que las aguas negras permanezcan en ella durante un determinado tiempo, también existen opciones de fosas sépticas de fibrocemento o material plástico. De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa séptica, decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra a un proceso de digestión anaerobio biológico. La fosa séptica deberá tener limpieza en un período no mayor de cinco años, ya que la sedimentación de los sólidos puede obstruir el funcionamiento de la misma y del sistema de drenaje de la vivienda. El efluente o líquido excedente se conduce hacia un área de absorción, generalmente un pozo de absorción.



Personas Servidas

Servicio Domestico.	Servic. Esc. (Externos)	Capacidad del tanque en litros	Dimensiones en metros							
			L	A	h1	h2	h3	H	E	
									Tabique	Piedra
Hasta 10	Hasta 30	1,500	1.90	0.70	1.10	1.20	0.45	1.68	0.14	0.30
11 a 15	31 a 45	2,250	2.50	0.90	1.20	1.30	0.50	1.78	0.14	0.30
16 a 20	16 a 60	3,000	2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.88	0.14	0.30
21 a 30	61 a 90	4,500	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.08	0.14	0.30
31 a 40	91 a 120	6,000	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
41 a 50	121 a 150	7,500	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
51 a 60	151 a 180	9,000	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.28	0.28	0.30
61 a 80	181 a 240	12,000	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.38	0.28	0.30
81 a 100	241 a 300	15,000	4.40	1.80	1.60	2.00	0.75	2.48	0.28	0.30

Tabla de Dimensiones de la Fosa Séptica



d. Pozo de absorción:

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 1.00 metro de diámetro, con una profundidad variable entre 6 a 12 metros. Dicha profundidad está condicionada por el apareamiento de capas de arena para absorción de los líquidos o el efluente que proviene de la fosa séptica, para que éste sea infiltrado en el terreno. Todo pozo debe tener una cubierta o losa de concreto reforzado de 0.10 metros de espesor, descansando sobre un brocal de ladrillo, mampostería o piedra.

7. INSTALACION ELECTRICA

a. Instalación Eléctrica Oculta

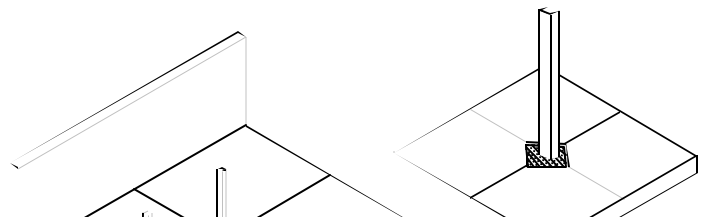
Este tipo de instalación es más utilizada por su seguridad y estética, al quedar oculta la totalidad del alambrado, a través de ductería que puede ser tubo rígido de metal (tipo conduit) o tubo flexible plástico (Poliducto, Flex y una gran variedad disponible en el comercio). Los accesorios también son más seguros y van semiocultos, quedando expuesto en forma estética únicamente la operación de los mismos, por medio de placas de diferente tipo, estilo y material; montados sobre cajas de metal, a donde se une la ductería y el alambre correspondiente. Este tipo de instalación tiene la ventaja que se puede utilizar indistintamente en edificaciones con estructura de madera, metal, mampostería o concreto reforzado.

8. PISOS

a. Pisos de Ladrillo de Cemento Líquido

Son pisos construidos con unidades de ladrillos, fabricados con cemento líquido, polvo de mármol y arena, que van apoyados y pegados sobre una superficie plana y nivelada, sobre la que se coloca una capa de mezcla a base de arena, cal y cemento; normalmente el ladrillo es de 0.20 x 0.20 m., pero para ambientes mayores se utiliza hasta de 0.30 x 0.30 m. Este tipo de piso es tradicionalmente utilizado en viviendas y en algunas de las edificaciones como las acá consideradas.

b. Piso de Losa de Concreto



Este tipo de piso es el más utilizado en edificaciones grandes, se basa en la fundición de una o varias losas individuales de concreto con o sin refuerzo, a base de pedrín, arena de río y cemento, que van apoyadas sobre una superficie plana y sólida; utilizándose formaleta para la definición del tamaño, nivelación y espesor de cada losa. Las planchas no deben ser mayores de 2 metros y con juntas de dilatación de 0.50 cms.

9. ACABADOS

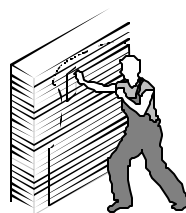
a. El Repello

Se utiliza como **base para emparejar y tallar paredes y losas**, se prepara básicamente con una mezcla de arena, cal, un poco de cemento y agua; conviene prepararla con tiempo, para que se homogenice bien y se logre en su aplicación mejores resultados. Espesor mínimo 1 cm.

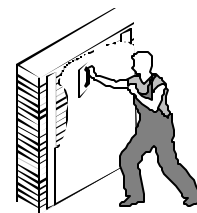
b. El Cernido, Granceado, Escarchado y Alisado

Constituyen la **capa realmente de acabado** para darle la última textura visible a los muros, columnas, vigas, losas, etc. Son materiales preparados a base de arenas cernidas, cal, un poco de cemento y agua, en proporciones muy parecidas y más que todo varían por su forma de aplicación y apariencia final.

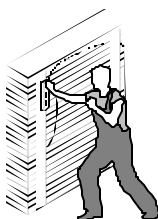
- El **cernido**, se aplica dejando una textura de remolineado o rayado en una dirección de finura regular.
- El **granceado**, como su nombre lo indica, es acabado de grano grueso, utilizándose el material que queda de cernir una arena.
- El **escarchado**, es un material fino, que con el estilo de aplicación deja un acabado en forma de escarcha, es menos utilizado que los anteriores.
- El **alisado**, es el acabado más fino y se prepara similar a los anteriores, solo que con arena finamente cernida, se utiliza para dejar superficies lisas y bien terminadas.



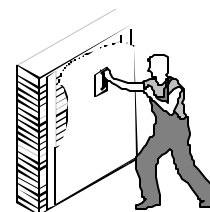
1
Proyección del mortero de cemento ligeramente fluido. La estructura del muro es aún visible.



3
Se lanzan las superficies intermedias que se alisan efectuando movimientos en zigzag con la plancha



2
Se lanzan una franjas de revoque de 15 cms. de ancho y se nivelan con hilo y plomo



4
Alisado describiendo círculos con plancha de madera

Secuencia de aplicación de acabados

c. Las Pinturas y Barnices

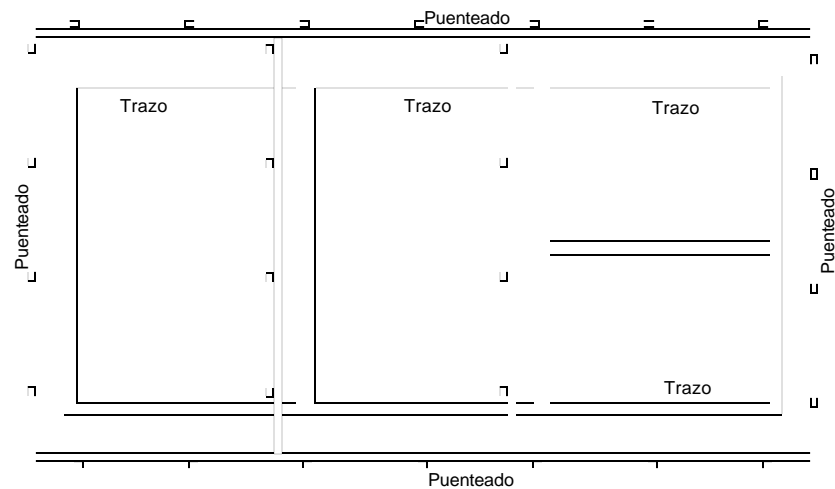
Se utilizan para darle finalmente **el color y la apariencia estética** de acuerdo al gusto del interesado. Entre los tipos de pinturas, existen a base de agua, de latex y de aceite. Los barnices todos son a base de aceite, para su uso al igual que las pinturas de aceite requieren de algún solvente, como aguarrás, thinner, solvente, etc.

10. SUPERVISION DE EDIFICACIONES

1. SUPERVISION DEL TRAZO

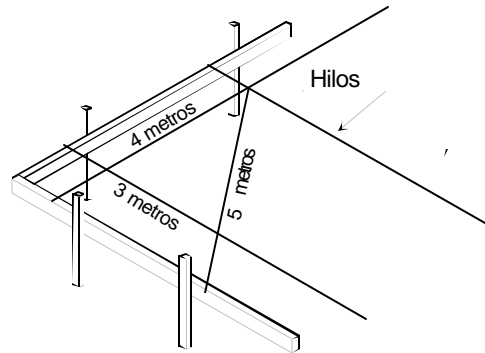
Se debe comprobar lo siguiente:

- La precisión de la ubicación del trazo, con relación al área total del terreno disponible y de acuerdo al plano de la planta general de ubicación.
- El puenteadado, debe estar construido en todo el perímetro alrededor del área a edificar, en forma paralela y a lo que serán los futuros muros internos de la obra.
- El puenteadado debe estar perfectamente nivelado y definir una cota de altura, para referir a la misma el alto de piso de la edificación.
- Si las medidas entre ejes de muros son correctas; para ello, sobre la regla horizontal del puente, se debe medir con la cinta en cero y desde un extremo, todas las medidas entre ejes que especifica el plano en forma acumulada para más precisión y no de una en una, debiendo estar perfectamente trazados los ejes de los futuros muros e identificados con el mismo número o literal con que aparece asignado en el plano.

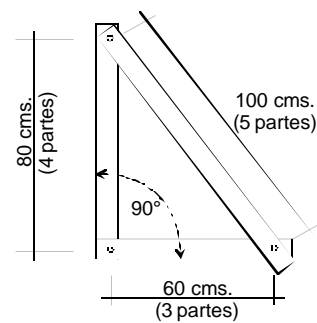


**Puenteadado en todo el perímetro
de la construcción**

- Verificar escuadra de ejes. (ver figura siguiente)



Triángulo Pitagórico para trazar a escuadra (90°) con hilos

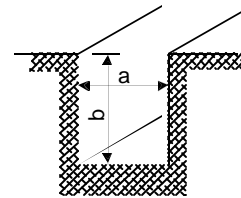


Alternativa para trazar a escuadra (90°) con listones de madera

2. SUPERVISIÓN DE CIMENTACIÓN

La supervisión de la etapa de cimentación, se inicia con:

- Comprobar que la cimentación cumpla con el trazo y las medidas indicadas en los planos, a excepción de condiciones particulares del tipo de suelo encontrado, como áreas de relleno, roca, diferente tipo de suelo, etc., en el que se debe tomar decisiones específicas.
- Comprobando el ancho, profundidad y niveles de la zanja para el cimiento y zapata.
- Comprobando el relleno compactado de la zanja, después de construido el cimiento.



Verificación de medidas para zanja para cimentación

a. Para el caso de Cimientos de Concreto Reforzado y Zapatas

Se debe comprobar que la armadura o refuerzo:

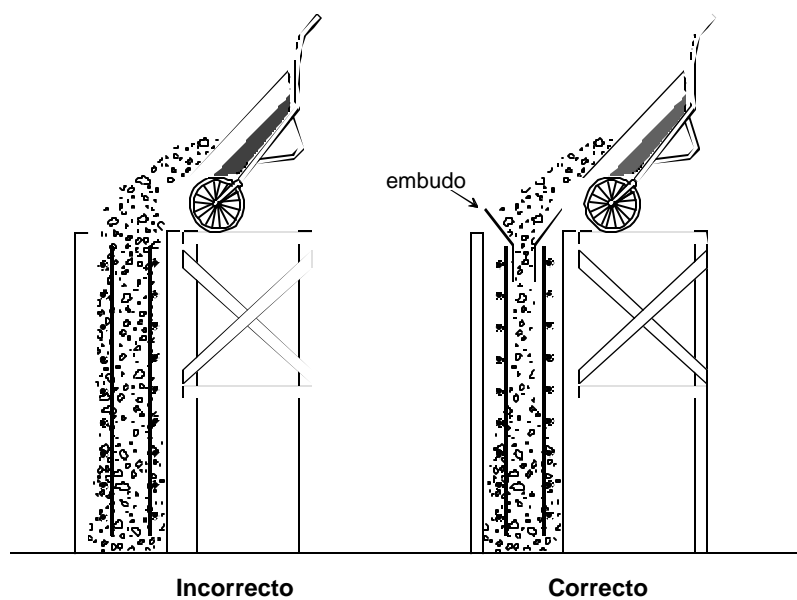
- Coincida en la calidad, cantidad y diámetro de hierro especificado.
- Esté colocado en la posición correcta indicada en el plano, su dirección, su separación y sobretodo si conforma un emparrillado.
- Cumpla con el recubrimiento del refuerzo, indicado en el plano o las especificaciones.

Comprobar que la formaleta:

- Cumpla con las medidas de la sección establecida para el cimiento

El concreto preparado en obra, debe cumplir con las siguientes características:

- Los agregados deben ser de buena calidad, es decir del tamaño establecido en las especificaciones, resistentes, libres de contaminación de arcilla, limos, materia orgánica, etc.
- La proporción de los materiales a usar en el concreto debe coincidir con la establecida en las especificaciones técnicas.
- Durante la fundición, vigilar que no se disgreguen los agregados del concreto por la caída al fondo de la zanja.



Evitar la disgregación del concreto al fundir

- Una vez fundida la solera de cimentación, se debe curar o proteger el área fundida con superficies húmedas o regándola constantemente.

Antes de iniciar la construcción del muro de cimentación, se debe comprobar:

- Que coincida con los ejes y rostros de pared trazados sobre el puente, a fin de evitar cualquier error de alineación de los muros.

Verificar:

- Que se levante a plomo, nivel e hilo el muro de cimentación.

b. Para el caso de Cimientos Tipo Mixto

Se hace necesario la construcción de una solera de humedad, para la que se debe comprobar:

- Los aspectos considerados anteriormente de armadura, formaleta, fundición y curado del concreto
- El levantado de mampostería, ya sea block de cemento o ladrillo de arcilla, debe guardar hilo. Nivel y plomada.
- La calidad del block, en función de su resistencia al lanzarlo hacia el suelo desde el alto de la cintura, y por su grado de coloración grisácea de acuerdo a su contenido de cemento.

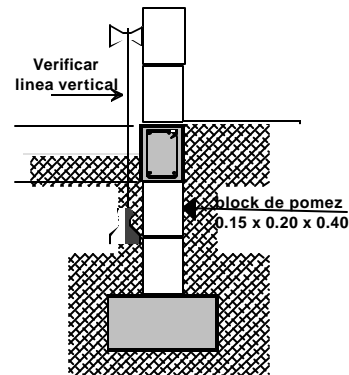
Tabla de proporciones más usadas de concreto

Tipo	Proporción volumétrica	Bolsas de cemento (94 libras)	Arena M ³	Piedrín M ³	Agua (litros)	Resistencia (kg/cm ²)	Descripción
1	1 : 1.5 : 1.5	12.6	0.53	0.55	226	303	Alta resistencia
2	1 : 2 : 2	9.8	0.55	0.55	227	217	Alta resistencia
3	1 : 2 : 3	8.4	0.47	0.71	216	165	Resistencia media
4	1 : 2 : 4	7.3	0.41	0.82	211	140	Resistencia media
5	1 : 2.5 : 4	6.7	0.48	0.77	218	118	Baja resistencia
6	1 : 3 : 4	6.3	0.53	0.71	224	94	Baja resistencia

3. SUPERVISION DE MUROS

Se inicia la supervisión de los mismos, a partir del levantado sobre la solera de humedad que forma parte aún de la cimentación, debiéndose comprobar:

- Con el plano de la Planta General, la ubicación de los ejes y tramos donde van muros y el ancho de los mismos.
- Nuevamente, la correcta alineación con el eje y rostros de pared correspondientes sobre el puente de trazo.
- El plomo del levantado de esta parte de los muros con los rostros de los muros de cimentación y la solera de humedad



Levantar a plomo con muros de cimentación

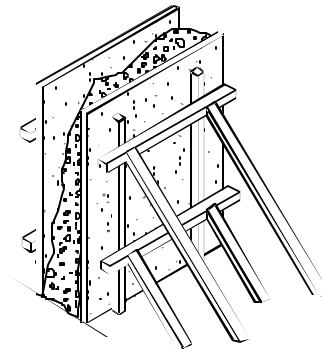
- La unión de bloques o ladrillos deberá ser por medio de sabieta (mezcla de cemento y arena, regularmente en proporciones de 1 a 2 o 1 a 3, a menos que se especifique otro tipo, el espesor debe ser no mayor de un centímetro, de forma uniforme, limpio y lo mejor alineado posible.
- Que el levantado del muro llegue inicialmente a las alturas de solera intermedia o de sillares de ventana únicamente y más adelante, a la altura previa a la solera superior o de coronación en buena alineación, verticalidad, terminación y a la altura correcta.
- En la construcción de columnas y mochetas, comprobar que su armado sea completo, pero se formaleteen y fundan en dos tramos, el primero a la altura de solera intermedia y luego en una segunda etapa a la altura de solera superior, debiéndose verificar los siguientes aspectos:

a. En cuanto a la armadura o refuerzo:

- Que esté armado y colocado en la posición correcta indicada en el plano
- Cumpla con el recubrimiento del refuerzo, especificado en el plano o las especificaciones
- Coincida en la calidad, cantidad y diámetro de hierro especificado para el hierro longitudinal y los estribos o eslabones, mínimo grado 40.

b. La formaleta deberá cumplir con:

- Las medidas de la sección establecida para las columnas y mochetas
- Deberá estar en correcta posición vertical, lo cual se deberá comprobar con la plomada.
- Las tablas de la formaleta deben estar bien seguras para evitar su desplazamiento al momento de la fundición.



Formaletas seguras para evitar desplazamientos

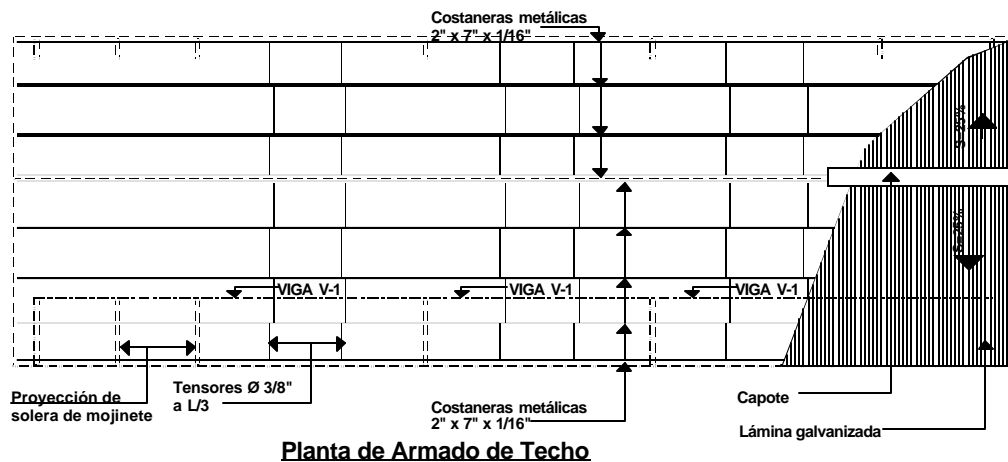
El concreto preparado en obra deberá cumplir con lo siguiente:

- Los agregados a utilizar deben ser de buena calidad, es decir del tamaño establecido en las especificaciones, resistente, libres de contaminación de arcilla, limos, materia orgánica, etc.
- La proporción de los materiales a usar en el concreto debe coincidir con lo establecido en las especificaciones técnicas, (regularmente se utiliza un concreto de 3,000 libras / pulgada cuadrada, equivalente a 210 Kilogramos / centímetro cuadrado de resistencia, para los elementos estructurales del tipo de edificación considerada, que se consigue con una proporción en volumen aproximada de 1 saco de Cemento, 2 pies cúbicos de arena de río y 3 pies cúbicos de pedrín, recordando que un pie cúbico es igual a una carreta de mano a ras).
- Durante la fundición se debe vigilar que no haya disgregación de los agregados del concreto, por la caída al fondo de la formaleta.
- Las bachadas o mezcla de concreto deben ser de consistencia pastosa, es decir con poca agua (tener siempre presente que los concretos con menos agua, dan mayor resistencia).
- Comprobar que después de la fundición de columnas, se curen humedeciéndolas constantemente.

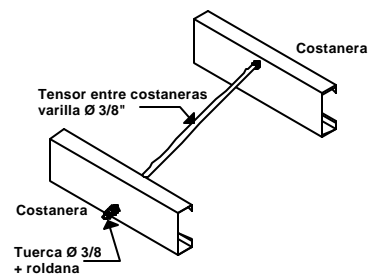
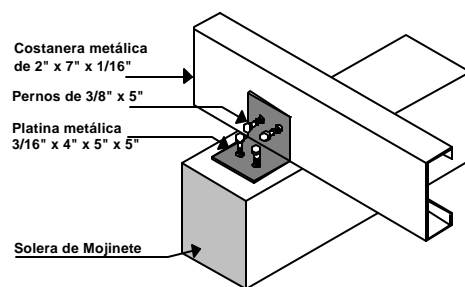
4. SUPERVISION DE TECHOS

Indistintamente del tipo de techo, se debe considerar:

- Inicialmente la altura correcta de todos los muros de apoyo del mismo, comprobando la medida a partir del nivel corrido en todos los muros, generalmente a 1.00 m. sobre el nivel del piso y la altura de acá hacia arriba que establezcan los planos, que será una misma altura para los lados nivelados u horizontales y diferentes para los lados inclinados del techo.
- Del plano de la Planta General de Techos, la ubicación y separación entre ejes de las armaduras o vigas que le corresponde, y el ángulo a 90° (a escuadra) que deben formar los ejes con los muros que cargan las armaduras o vigas.



- El sistema de fijación de la estructura a los muros, debe estar previsto y preparado para el momento de la instalación o armado del techo; para el caso de las losas, el anclaje es a través de las soleras y vigas que se deben armar y fundir en forma monolítica con la losa

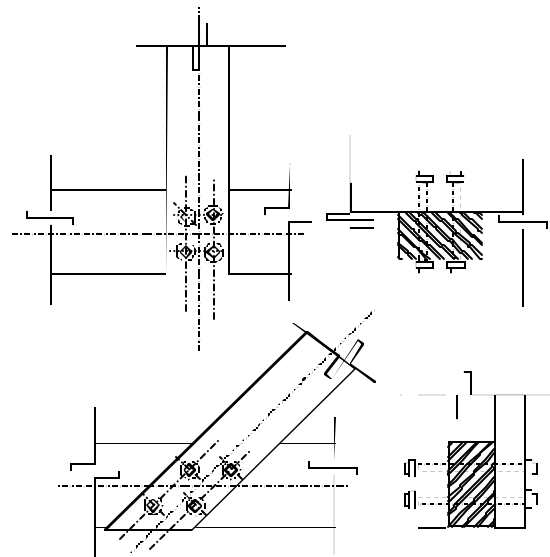


- Con plano en mano, las instalaciones que conlleva su ejecución, especialmente en el caso de los techos de concreto, porque una vez fundidos, no existe posibilidad de instalación.

4.1 TECHOS DE ESTRUCTURA DE MADERA

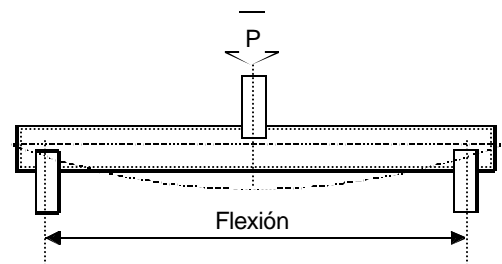
Se debe revisar:

- Que la estructura cumpla con la forma exacta y dimensiones de los planos y especificaciones, incluyendo las secciones de las piezas de madera.
- Las uniones y empalmes de los elementos de las estructuras, que cumplan con las longitudes especificadas y el número de clavos o pernos de fijación, según se indique en los planos

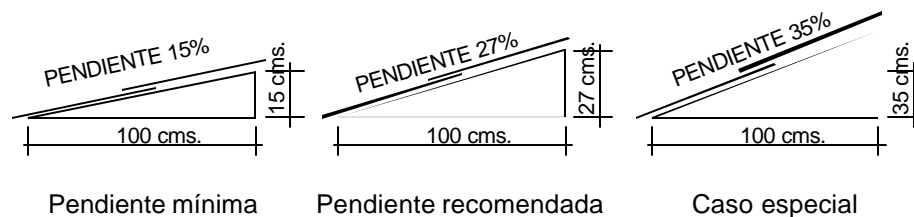


Uniones y empalmes correctos

- Que no exista deflexión mayor de lo aceptable en las armaduras o vigas de madera de $L / 180$, para la carga muerta más la carga viva y de $L / 360$, para carga muerta únicamente; o bien prever su deformación, proponiendo que se construya o instale con contraflecha para eliminar su deflexión.
- De preferencia que sea tratada la madera, con algún preservante.
- La separación de costaneras, las longitudes de voladizos, pendientes y cualquier otra medida que convenga comprobar.



Deformación por deflexión menor de $L / 180$ o $L / 360$, según el caso



Diferentes tipos de pendiente

4.2 TECHOS DE ESTRUCTURAS DE METAL

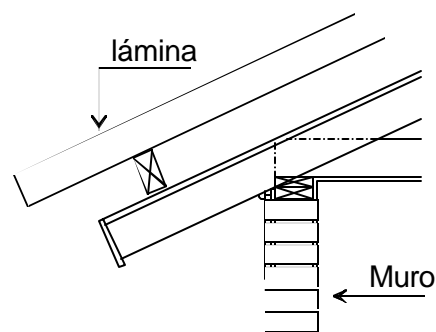
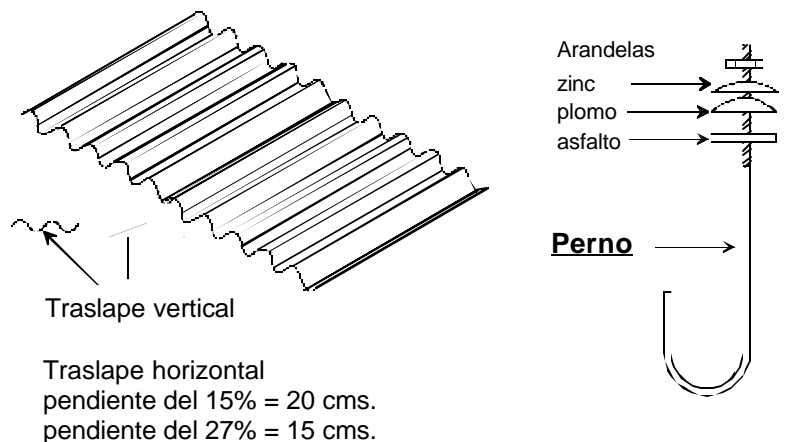
Comprobar:

- Que la estructura cumpla con la figura y dimensiones exactas indicadas en los planos y especificaciones, incluyendo las secciones y dimensiones de los perfiles metálicos de la armadura.
- Que las uniones y empalmes de los elementos de la armadura, cumplan con el número y dimensiones de pernos o remaches, o bien con las dimensiones y especificaciones de los cordones o puntos de soldadura
- Si es aceptable la deflexión de la armadura o prever la misma, proponiendo construir con contraflecha las armaduras o vigas, de acuerdo a las deflexiones permisibles, ya indicadas para cualquier estructura.
- La separación de armaduras o vigas, su verticalidad, la separación de costaneras y longitud de voladizos.

5. SUPERVISION DE CUBIERTAS

Comprobar:

- La correcta colocación de la lámina de cubierta, es decir que mantenga su paralelismo, un traslape transversal mínimo de un canal para lámina galvanizada y medio canal para lámina de fibrocemento de canal grande, y un traslape longitudinal mínimo de acuerdo a su pendiente.
- La fijación segura de la lámina con el número de clavos o pernos especiales para lámina, según se trate de estructura de madera o metálica.
- Que cumpla las especificaciones del fabricante.
- El voladizo de la lámina, la ubicación de canales y bajadas de agua que indique el diseño.



Detalle de alero

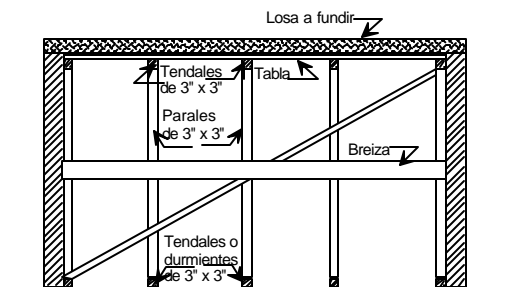
5.1 TECHOS DE CONCRETO REFORZADO Y PREESFORZADO (PREFABRICADOS)

La supervisión de los techos de concreto reforzado y preesforzado, conlleva varias etapas:

a. Formaleta para Losas de Concreto Reforzado

Se debe comprobar:

- La altura y nivel de la misma como se describe al inicio del capítulo.
- La seguridad de la formaleta y la estructura de apoyo, comprobando que el entarimado esté construido con tablas lo suficientemente sólidas, para que no deflacte con el peso del concreto fresco más las cargas vivas adicionales en el momento de la fundición, debiendo contar con suficientes tendales de apoyo, con una separación normalmente entre 75 y 90 cm. a eje.
- El bastidor o paraleado del encofrado, deberá garantizar la capacidad de soporte de las cargas verticales y proporcionar la rigidez necesaria, para que no se deforme o desplace para algún lado toda la formaleta, esto se logra únicamente arriostrando todo el paraleado vertical con reglas horizontales e inclinadas, a manera de formar con los tres elementos, triángulos en las dos direcciones, como única figura rígida.
- Un buen apoyo para el paraleado, a base de piezas de madera (polines o durmientes) para cada fila de parales, sobre un suelo firme, ya sea natural o material seleccionado compactado.



Arriostrado de paraleado de formaleta en losas de concreto

b. Formaleta para Losas Preesforzadas (Prefabricadas)

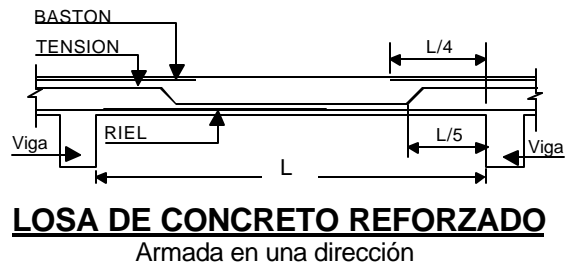
En el caso de formaleta para losas prefabricadas se requiere y acepta:

- Un paraleado más simple, porque se utilizan más que todo para contribuir a la seguridad durante el armado de la misma y su fundición; en razón, de que normalmente las vigas prefabricadas tienen capacidad de soportar los demás elementos (bovedillas) y el resto de cargas vivas, mientras se funde la losa delgada superior.
- Que se fijen unos cuantos parales a polines bien apoyados en la parte inferior y unidos en la parte superior por tendales que a la vez, sirven de soporte parcial a las vigas prefabricadas de la losa.
- No es indispensable arriostrar el paraleado, por quedar apoyadas desde un principio las vigas prefabricadas a los muros del edificio en construcción.

c. Armadura de Losas Reforzadas

Se debe comprobar que la armadura de las losas reforzadas:

- Coincida en la calidad, cantidad y diámetro de hierro especificado.
- Esté colocado en la posición correcta indicada en el plano, su dirección, su separación y sobretodo que conforme los emparrillados (camas) a la separación indicada y en forma uniforme.
- Cumpla con el recubrimiento del refuerzo, especificado en el plano o las especificaciones.
- Que el refuerzo este libre de corrosión u otro contaminante.
- Los dobleces del hierro cumplan con la forma, medida y longitud indicada en los planos.



El refuerzo de las soleras y vigas de soporte de las losas:

- Cumpla con la correcta posición y medida, indicada en los planos

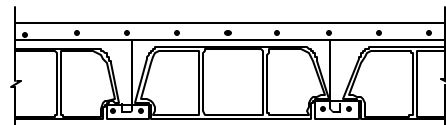
En el caso de los bastones y tensiones cuentan:

- Con el diámetro, longitud y forma especificada en planos.

d. Refuerzo de Losas Preesforzadas (Prefabricadas)

Para el caso del refuerzo de losas preesforzadas o prefabricadas, integradas con elementos relativamente livianos viguetas y bovedillas, que son las más usuales, lo importante es comprobar:

- Que el tipo de losa contratada, sea de las características y capacidad de carga indicada en los planos y especificaciones correspondientes.
- Que el refuerzo adicional a utilizar en el armado y los elementos prefabricados, proporcionados por el proveedor estén completos, y se tenga muy claro como va armada la losa en general, para no cometer errores. Relativamente, son pocos los detalles que hay que atender.
- Que el diámetro y características del refuerzo recibido en obra, cumpla con los aspectos ofertados por el proveedor, sobretodo por ser de alta resistencia; además, que lo ejecutado coincida con la localización del refuerzo, dimensiones de separación, longitud y detalles de anclaje, especificadas por el fabricante.



LOSA NERVADA CON VIGUETAS DE CONCRETO PREESFORZADO

e. Características y Fundición del Concreto Para losas reforzadas y preesforzadas

Se debe comprobar especialmente que:

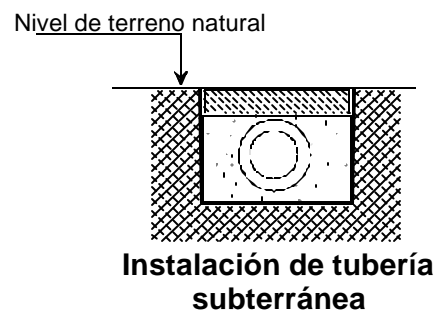
- Los agregados a utilizar sean de buena calidad; es decir, del tamaño establecido en las especificaciones, resistentes, libres de contaminación de arcilla, limos, materia orgánica, etc.
- La proporción de los materiales a usar en el concreto debe coincidir con lo establecido en las especificaciones técnicas, (regularmente se utiliza un concreto de 3,000 libras / pulgada cuadrada, equivalente a 210 Kilogramos / centímetro cuadrado de resistencia, para los elementos estructurales del tipo de edificación considerada, que se logra con una proporción en volumen, aproximada de 1 medida de Cemento, 2 de medidas de arena de río y 3 medidas de piedrín. Que para la relación de un saco de cemento significa dos pies cúbicos de arena de río, tres pies cúbicos de piedrín y de 5 a 6 galones de agua por saco de cemento, dependiendo del grado de humedad de los dos agregados del concreto. Conviene recordar que la capacidad de las carretillas de mano es de un pié cúbico.
- Las bachadas o mezcla de concreto deben ser de consistencia pastosa, es decir con poca agua (tener siempre presente que los concretos con menos agua, dan mayor resistencia y viceversa).
- Se deberá colocar bien vibrado el concreto en el encofrado, para las losas de concreto reforzado fundidas en el lugar; y en el caso de las fundiciones complementarias de las losas prefabricadas, se deberá colocar bien vibrado, especialmente el de las viguetas; utilizando un vibrador o los que sean necesarios.
- Verificar que el cernido o tallado de la losa se realice lo más inmediato posible, posterior a la fundición, con el fin de que sea lo más monolítico posible y no se desprege.
- Comprobar que después de la fundición de las losas, se curen. (manteniendo humedad constante a base de agua reposada cubriendo toda el área, durante siete días como mínimo).
- Usar varillas de hierro de $\frac{1}{2}$ para verificar pañuelos o pendientes de losa.

6. SUPERVISION DE INSTALACIONES

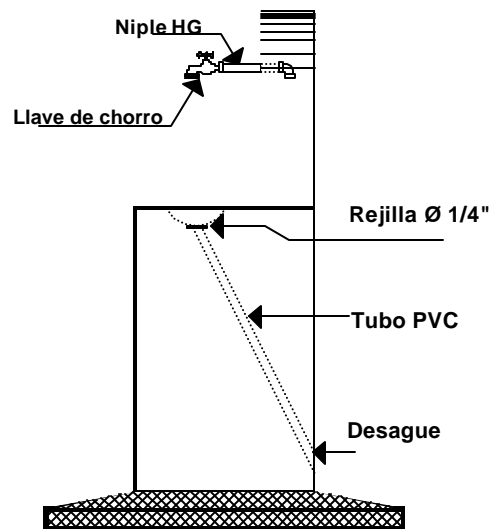
6.1 Agua potable

Indistintamente de que se trate de tubería tipo de hierro galvanizado o PVC, se debe corroborar lo siguiente:

- Que la instalación de toda la tubería y los accesorios responda a lo indicado en los planos.
- Que en los tramos donde la instalación de la tubería es subterránea, se coloque a la profundidad especificada en los planos o especificaciones, sobre un lecho de suelo o material libre de piedras, roca o materia orgánica y se cubra con una primera capa en las mismas condiciones.



- Los tramos de tubería que van ocultos en muros estén bien asegurados y bien unidos con sus accesorios para evitar fugas.
- Cuando la tubería queda expuesta, es conveniente que se utilice tubería de hierro galvanizado por su mejor resistencia; y si se utiliza tubería de PVC, debe quedar protegido con un material sólido y resistente para evitar una rotura y sus consecuencias.
- Comprobar que las uniones de tubería e interconexión de accesorios estén bien roscados o pegados, según sea el caso, para evitar fugas.
- Se debe efectuar una prueba de presión a la tubería antes de cerrar zanjas u ocultarla en muros, a efecto de detectar fugas, utilizando como mínimo una presión igual a la que estará normalmente sometida.



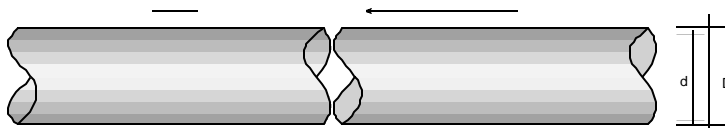
Tubería expuesta y tubería protegida

6.2 DRENAJES

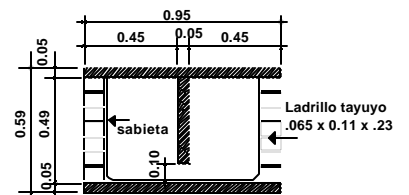
Tubería de Cemento

Comprobar que las instalaciones cumplan con lo siguiente:

- Que los tramos de tubería instalada, responda a la ubicación, las longitudes, diámetros y sobretodo las pendientes especificadas en los planos de instalación de drenajes

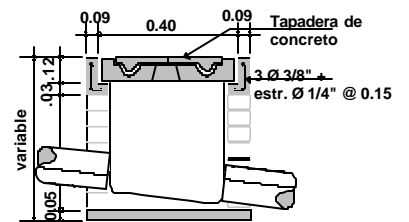


tubería de drenaje sanitario



Sección Caja Sifón

- Se incluyan todas las cajas de interconexión, de bajadas de agua, de reposaderas, etc.
- Tanto la tubería, como las cajas deberán estar cimentadas sobre suelo natural sólido o material adecuado bien compactado, a efecto de evitar futuros asentamientos.
- Se deberá comprobar que no existan obstrucciones internas en las juntas de la tubería y que estén bien conformados y sin grietas, los anillos externos de sabieta a base de arena y cemento, regularmente en proporción de dos a tres por uno.
- Las cajas, sean de concreto o de mampostería, deberán estar recubiertas internamente con sabieta para evitar que se filtre el efluente, y además internamente deberán contar con un fondo en forma semicilíndrica, imitando medio tubo, que permita mayor fluidez del agua residual o pluvial, sin que se provoque turbulencia.



Caja de registro
Sección

Tubería de PVC

Comprobar con respecto a este tipo de tubería lo siguiente:

- Que los tramos construidos respondan a lo indicado en los planos y especificaciones, incluyendo posición, dimensiones en longitud y diámetro, pendiente, tipo y cantidad de accesorios.
- Verificación del pegado y sello hermético de cada unión de tubería, y accesorios de PVC
- La instalación es menos delicada que la tubería de cemento, pero se deberá comprobar que se instale sobre un lecho de suelo libre de piedras que provoquen presiones concentradas, en igual forma las primeras capas de relleno.
- No requieren del empleo de cajas de interconexión, porque existen y se utilizan accesorios del mismo material, a excepción de que se incluyan para efecto de inspección de la tubería a cada cierta distancia, que no debe ser mayor de 50 metros.

Para cualquiera de los tipos de drenaje, es importante supervisar la obra destinada para la eliminación del mismo o bien para el tratamiento de las aguas efluentes, sobre todo para el caso de las residuales.

- Para la línea de conducción o eliminación del efluente, atender lo apuntado para las tuberías de drenajes en los párrafos anteriores.

Y para las obras de tratamiento cómo la fosa séptica y pozo de absorción, se deberá atender:

- Que la obra ejecutada coincida con lo apuntado en los planos en forma, dimensiones, materiales, acabados y accesorios
- Comprobar la funcionalidad del sistema
- Verificar que su trazo cumpla con la ubicación, nivel de cimentación, forma, dimensiones y detalles que señalen los planos.
- Comprobar la forma y dimensiones de separación de la armadura de la losa de concreto.

6.3 INSTALACIONES ELECTRICAS

Inicialmente comprobar que:

- El trazo para la ductería corresponda a la ubicación y trayecto indicado en los planos.
- Que la tubería en sus diferentes tramos, sea del material y diámetro indicado en los planos o especificaciones.
- Verificar que la acometida eléctrica de acuerdo a su tipo, cumpla con los requerimientos y especificaciones establecidas por las normas de la empresa distribuidora.
- Comprobar que las líneas principales de electricidad estén instaladas correctamente, desde la caja del interruptor general; atendiendo a la longitud, tipo y calibre de alambre, al número y tipo de circuitos que alimenta, al amperaje del flip-on general.
- Para cada circuito, comprobar si alimenta unidades de fuerza (tomacorrientes) o de iluminación, el número de unidades que alimenta o van conectadas al mismo, el tipo, número y calibre de alambre utilizado.
- Que los accesorios estén instalados de acuerdo a la distribución indicada en los planos, a la altura del piso especificada, normalmente tomacorrientes a 0.30 m e interruptores a 1.20 m., del tipo y características requerido en las especificaciones, completos y seguros en fijación e interconexión.
- Al estar energizado el sistema, se deberán probar el funcionamiento de todos los interruptores y tomacorrientes

6.4 PISOS O FUNDICION DE PISOS DE CONCRETO

Para ambos se deberá comprobar que:

- Exista una base de material bien compactado, de preferencia constituido por material selecto (arena fina uniforme, conocida en la región como tierra blanca y en otros lugares como arena para lavar trastos) por el alto grado de compactación que alcanza a su porcentaje de humedad óptimo.
- La capa anterior, esté perfectamente nivelada, para lo cual se tendrá que haber corrido un nivel por todos los muros y todos los ambientes, normalmente a un metro del nivel del piso a instalar.

Para pisos de ladrillo de cemento líquido, comprobar que:

- Se haya alineado la colocación por uno de los extremos del ambiente, especialmente el más importante, y se inicie la instalación del ladrillo desde el fondo hacia las salidas.
- Que esté perfectamente alineado y nivelado en cada una de las filas de ladrillo.
- Exista una separación mínima y uniforme entre cada unidad de ladrillo, para la introducción del estuque de cemento que une y sella el espacio entre ambos.
- Se limpie perfectamente el excedente del estuque, para que no manche el ladrillo, y se utilice aserrín para terminar de limpiar y proteger el piso, mientras termina de secar y se lustra.

En cuanto a los pisos de losa de concreto, comprobar que:

- La colocación de las reglas de la formaleta, este perfectamente a la medida, escuadra y nivelación.
- Se fundan los tramos de formaleta en forma alterna, para facilitar el corrimiento del arrastre y la sacada de las piezas de la formaleta.
- Se aplique el acabado superficial de la losa, con cernido de arena y cemento, en relación dos a uno; de preferencia, a continuación del fraguado de la fundición o al día siguiente, para que pegue perfectamente el cernido.
- En las aristas donde quede junta de fundición del piso, se debe dejar una sisa en el acabado del piso para ocultar la fisura que obligadamente aparecerá.
- Se aplique el curado de la losa, utilizando agua reposada o material húmedo como serrín, papel, u otro, por un tiempo mínimo de siete días.
- Fundirse en planchas no mayores de 2 metros y con juntas de dilatación de 0.5 centímetros.

11. GUIA RAPIDA PARA SUPERVISION DE EDIFICACIONES

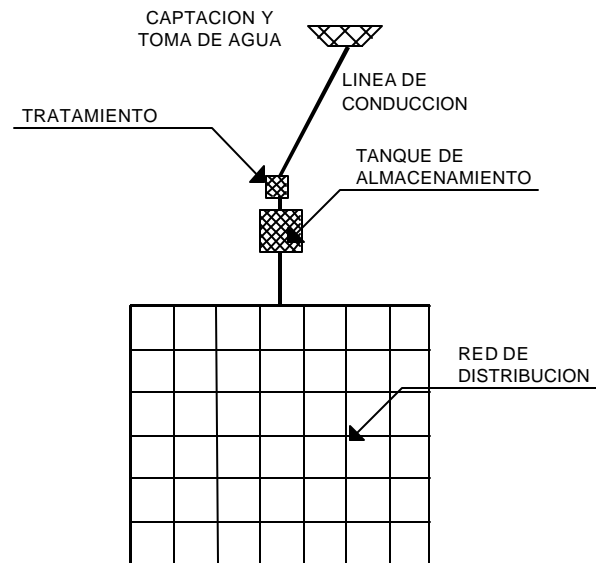
<p>1. TRAZO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Ubicación del trazo Punteado en todo el perímetro Punteado nivelado Medidas de ejes correctas Angulos de 90^o exactos</p>	<p>2. CIMENTACION</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Trazo y medidas conforme planos Ancho, profundidad y nivel de zanja</p>	<p>2. a. Cimientos de Concreto Reforzado</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>En armadura o refuerzo: Calidad, cantidad y diámetro Posición correcta Recubrimiento correcto En formaleta: Cumpla con medidas especificadas En concreto: Calidad de agregados Proporción de materiales No se disgreguen los agregados Curación del área fundida</p>
<p>2. b. Cimientos tipo mixto</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Cimiento corrido: Lo mismo del Cimiento de Concreto Reforzado Muro de cimentación: Coincida con ejes y rostros trazados Levantado a plomo, nivel e hilo Solera de humedad Lo mismo del Cimiento de Concreto Reforzado</p>	<p>3. MUROS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Ubicación de ejes y anchos de muros Alineación con ejes y rostros de pared Levantado a rostro de muros de cimentación Unión de bloques con sabieta 1 cm. Levantado con alineación y verticalidad</p>	<p>3.a Supervisión de Columnas y mochetas</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>En armadura: Posición correcta Recubrimiento correcto Calidad, cantidad y diámetro En formaleta: Medidas de la sección Correcta posición vertical Formaleta segura En concreto: Buena calidad de agregados Proporción de materiales No disgregación de agregados Concreto con poco agua Curación de fundiciones.</p>
<p>4. TECHOS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Altura correcta de muros Ubicación y separación de vigas Fijación de la estructura a muros Instalaciones que conlleva</p>	<p>4.1 TECHOS DE MADERA</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Cumpla forma y dimensiones Uniones cumplan especificaciones Deflexión aceptable Comprobar separación de costaneras</p>	<p>4.2 TECHOS DE METAL</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Figura y dimensiones exactas Número y dimensión de pernos Deflexión aceptable Separación de vigas y costaneras</p>

<p>5. CUBIERTAS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Correcta colocación y traslape Fijación segura de lámina Voladizos y ubicación de canales</p>	<p>5.1 TECHOS DE CONCRETO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>a. Formaleta para losas reforzadas Altura y nivel de la misma Seguridad de formaleta y estructura Arriostado del paraleado Buen apoyo del paraleado</p> <p>b. Formaleta para losas preesforzadas Paraleado contribuye a la seguridad Parales soporte de vigas Vigas apoyadas en muros</p> <p>d. Refuerzo de Losas preesforzadas Características de losa y carga El refuerzo adicional completo Separación, longitud y detalles</p> <p>e. Fundición de concreto para losas reforzadas y preesforzadas Agregados de calidad especificada Proporción materiales del concreto Concreto con poco agua Colocar vibrado el concreto Cernido de losa inmediato Curación de losas fundidas</p>	<p>f. Armadura de losas reforzadas</p> <p>Calidad, cantidad y diámetro especificado Posición correcta indicada Recubrimiento del refuerzo Refuerzo libre de corrosión Forma medida y dobleces</p> <p>Refuerzo de soleras y vigas Correcta posición y medida</p> <p>Bastones y tensiones Diámetro, longitud y forma</p> <p>6.1. AGUA POTABLE</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Tubería y accesorios indicados Tubería a profundidad especificada Accesorios bien asegurados Tubería expuesta más resistente y protegida Uniones de tubería bien roscadas o pegadas Efectuar prueba de presión a tubería</p>
<p>6.2. DRENAJES</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Tubería de Cemento Longitudes, diámetros y pendientes Se incluyan todas las cajas Tubería y cajas bien cimentadas Obstrucciones internas en tubería Recubrir cajas y fondo semicilíndrico</p> <p>Tubería de PVC Tramos contruidos conforme planos Unión de tubería y accesorios Instalación sobre lecho adecuado Cajas por efecto de inspección</p>	<p>6.3 INSTALACION ELECTRICA</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>El trazo corresponda a ubicación en planos Ductería sea del material y diámetro Acometida cumpla especificaciones del INDE Líneas instaladas correctamente Circuito y unidades que alimenta Accesorios instalados de acuerdo a planos Probar funcionamiento de sistema</p>	<p>6.4 INSTALACIÓN O FUNDICION DE PISOS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Material de base bien compactada Capa de material bien nivelada</p> <p>Ladrillo de cemento Alineado a extremos de ambiente Filas alineadas y niveladas Separación uniforme de cada unidad Se limpien excedentes y lustren</p> <p>Losas de concreto Formaleta a medida, escuadra y nivelada Se fundan en tramos alterno A continuación del fraguado se</p>

<p>Tubería de eliminación o tratamiento Atender lo de tuberías de drenaje</p> <p>Obra para tratamiento La obra coincida con los planos Funcionalidad del sistema</p>		<p>aplique acabados Dejen sisa en junta de fundición Se haga el curado de la losa.</p>
--	--	--

IV. SISTEMAS DE AGUA POTABLE

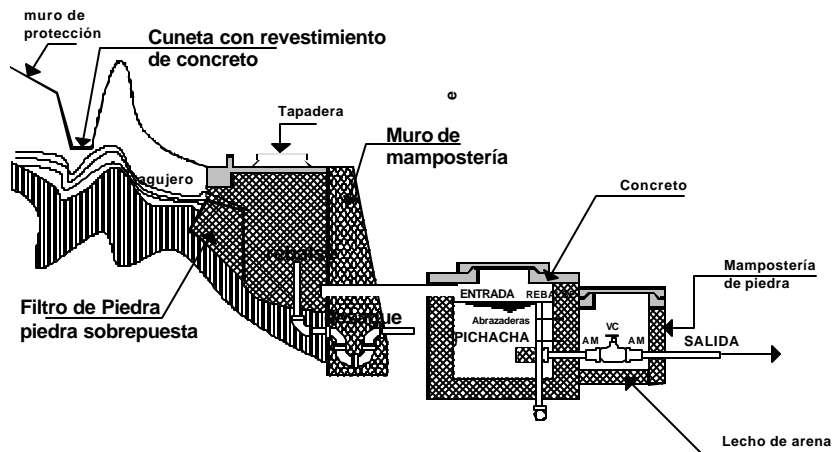
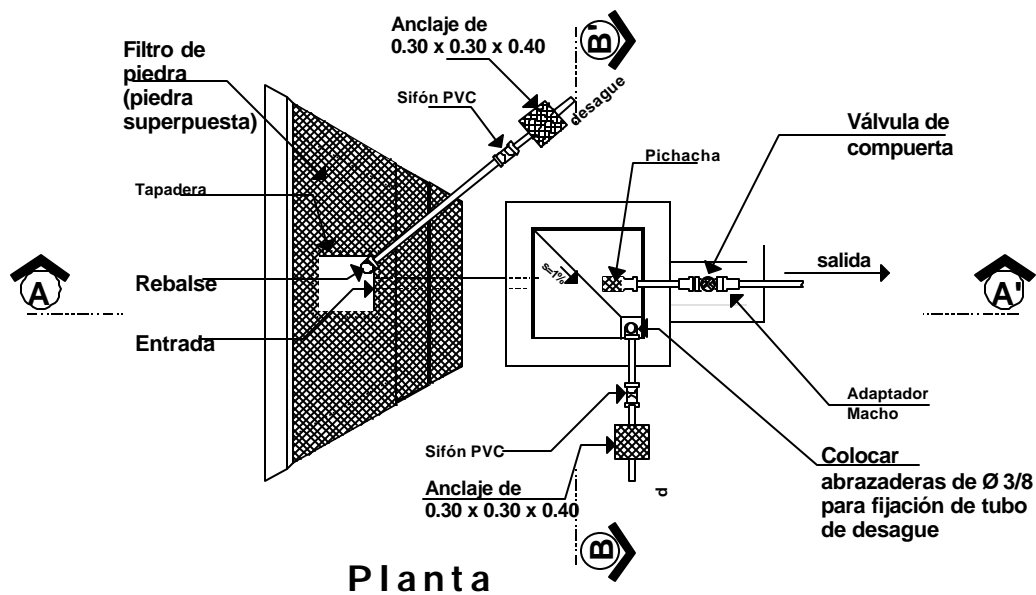
Normalmente un Sistema de Agua Potable como tal, cuenta con varios componentes o unidades que lo conforman y hacen posible todo el proceso de obtención y aprovechamiento del agua potable, desde su captación hasta la dotación del servicio a domicilio. Las fases de funcionamiento de un sistema de agua potable, son: **captación, conducción, tratamiento, distribución y dotación del servicio**. Contando algunas con varios componentes, como se describe a continuación.



COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

1. CAPTACION

Dependiendo del tipo de fuente y su nivel, con relación al área o comunidad beneficiada varía el procedimiento para captar el agua. Cuando la fuente es un reservorio natural, que puede ser desde un pequeño embalse hasta un lago, normalmente requiere de un **Sistema de Bombeo** para llevar el vital líquido a la altura del nivel de demanda; lo cual necesita de una estación de bombeo (caseta para instalar y resguardar el equipo) y el equipo de bombeo propiamente dicho. Cuando la fuente es un afloramiento natural (nacimient) o corriente de agua (riachuelo), que permita captar el agua y conducirla por gravedad, la obra de captación consiste básicamente en una **Caja de Captación** construida de concreto reforzado o concreto ciclópeo (piedra unida con concreto), que cuenta inicialmente con un filtro de piedra para la eliminación de objetos en suspensión, una o varias llaves reguladoras de caudal, una llave de limpieza, tapadera de acceso para inspección y limpieza, tubo de demasías o rebalse.



2. TUBERIA DE CONDUCCION

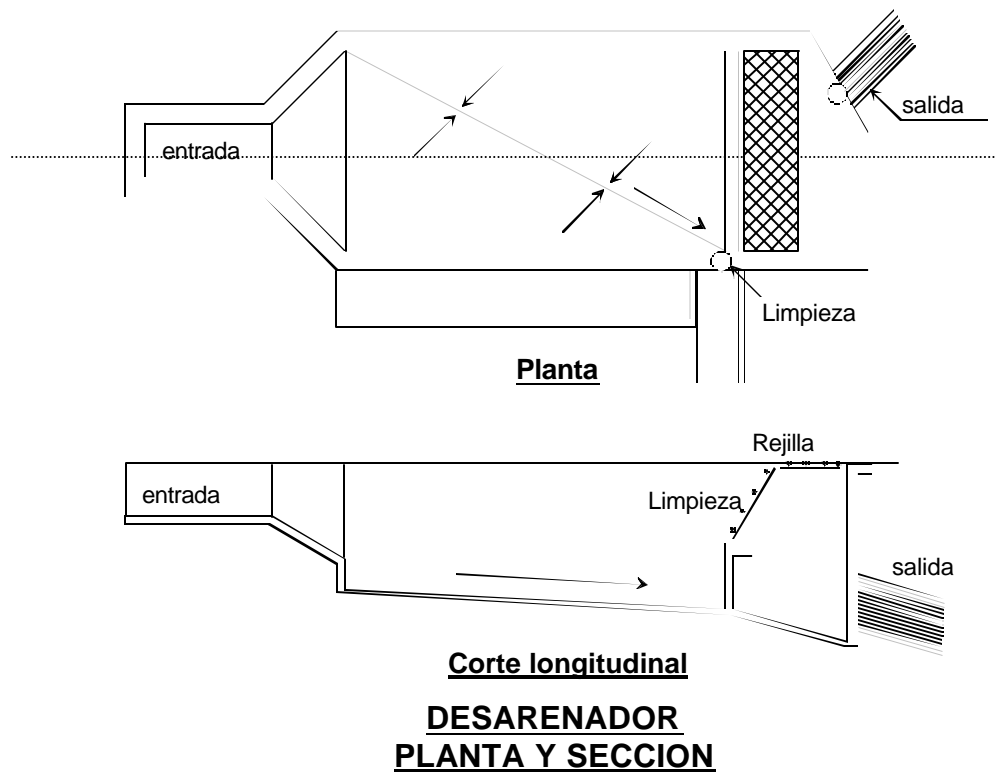
Es la línea de tubería que conduce el agua de la Captación a la Planta de Tratamiento, cuando existe y lo requiere las condiciones del agua captada; o bien al Tanque de Distribución, cuando el agua por su estado natural no requiere de un tratamiento complejo; por ejemplo, solo desinfección por cloración. Se puede utilizar tubería de PVC, Hierro Galvanizado (HG), Hierro Fundido (HF), etc. estando en juego para ello, las condiciones topográficas del trayecto de la tubería, las presiones a que estará sometida, los riesgos por el tipo de suelo, costo, el efecto de empuje sobre los accesorios debido a la presión, etc.

3. TRATAMIENTO

Si el agua procede de una fuente confiable, libre de contaminación; es decir, que se trata de una agua clara, libre de sustancias en suspensión y sedimentos; el tratamiento, podrá consistir únicamente en la desinfección del agua, normalmente esta es la situación típica, en la generalidad de los proyectos de introducción de agua, atendidos por el FSDC. En caso contrario, para un agua que por su grado de contaminación, requiere un proceso normal de tratamiento, tendrá que ser sometida a otras fases, que dan origen a los siguientes componentes:

3.1 DESARENADOR

Básicamente consiste en un canal, que tiene como función inicial evitar el paso de ramas hojas y cualquier objeto en suspensión, por medio de un enrejado; separar la arena y grava que provenga de la fuente. Se construyen de concreto reforzado.



3.2 CASETA DE DOSIFICACION DE QUIMICOS

Como su nombre lo indica, es la edificación donde se almacena y dosifica los químicos requeridos para el tratamiento del agua, que normalmente se utilizan: Sulfato de Aluminio para la eliminación de la turbidez del agua a través de la floculación y sedimentación de las partículas en suspensión; Sulfato de Cobre, para la eliminación de las algas que produce la coloración verdosa del agua y compuestos orgánicos; álcaliz como el óxido de calcio (cal) para la corrección de la acidez del agua. Siendo éstos los más utilizados, dentro de una gama de químicos de aplicación y tratamientos para la depuración del agua., como pueden ser los tratamientos para la eliminación de la dureza y el hierro del agua, aplicación de pequeñas dosis de fluor en beneficio de la dentadura de las personas, etc.

3.3 CANAL DE MEZCLA

Consiste en un canal con un número determinado de pequeños muros, que van ubicados estratégicamente desde los más pequeños y cercanos a mayores y más separados, para intensificar inicialmente el mezclado, procedimiento efectuado por gravedad, debido a la inclinación del fondo del canal. Es uno de los sistemas más utilizados para la mezcla de los químicos en el agua a tratar; normalmente se construye en concreto reforzado.

3.4 TANQUE SEDIMENTADOR

La función de estos tanques, es dar lugar a la formación del flóculo de suciedad y permitir la sedimentación de los mismos por efecto de la gravedad, formando lodo en el fondo; logrando con ello, aclarar el agua, que se recolecta superficialmente a través de unas canales superficiales, que finalmente se encausa hacia la batería de filtros del sistema. Se construyen especialmente en concreto reforzado, pero pueden construirse con mampostería reforzada.

3.5 BATERIA DE FILTROS

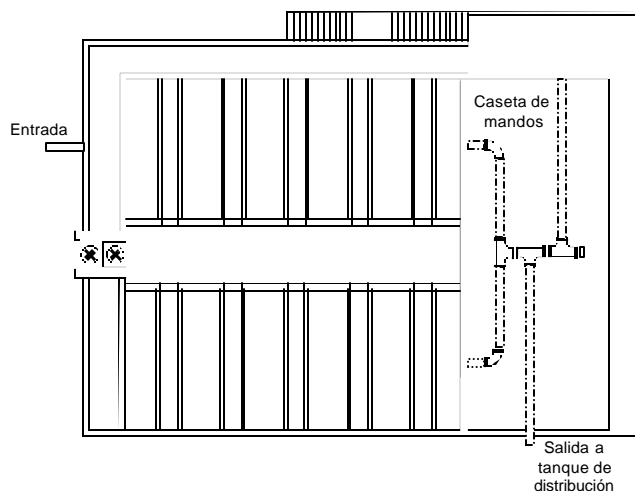
Tiene como función retener las impurezas debido especialmente a sedimentos, haciendo pasar el agua por material filtrante (arena). Los hay del tipo lento y los denominados rápidos.

a. Filtros Lentos

Se utilizan para aguas de poca turbiedad y color, la arena filtrante es muy fina y la velocidad de filtrado del agua es bajo, trabajan por gravedad a cielo abierto. Son contruidos en concreto reforzado o bien utilizando mampostería.

b. Filtros Rápidos

Difieren de los lentos por su velocidad de filtración, su construcción y modo de operación, ya que pueden ser contruidos de concreto reforzado a cielo abierto o bien de metal a presión.



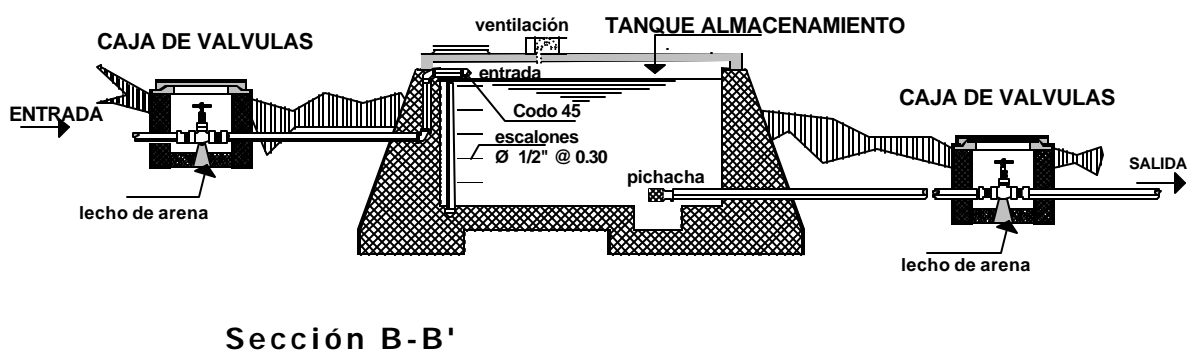
Filtros rápidos por gravedad

3.6 DESINFECCION

La desinfección del agua se logra mediante la aplicación de cloro en cualquiera de sus formas para la exterminación de las bacterias patógenas, es un procedimiento relativamente sencillo que no requiere más que un clorinador en caso se emplee cloro líquido o gaseoso, o bien un hipoclorinador si se emplea hipoclorito de calcio (en polvo) o hipoclorito de sodio (en solución), y una caseta de cloración. Se recomienda usar el clorinador de pastilla.

4. TANQUES DE DISTRIBUCION O ALMACENAMIENTO

Dependiendo de la magnitud y características del sistema de agua; así será el número y volumen de los tanques de distribución necesarios a construir, para almacenar el agua tratada, pendiente de su utilización de acuerdo a la demanda horaria de consumo. Regularmente tienen forma rectangular y son totalmente cerrados para proteger el contenido, de cualquier contaminación y formación de algas, por efecto de la luz del día. Se construyen enterrados, semi-enterrados, superficiales o elevados, de acuerdo a las condiciones relativas de elevación disponible para su ubicación y la del área a servir. Se construyen de concreto reforzado combinado con mampostería de piedra o concreto ciclópeo, o bien totalmente de concreto reforzado.

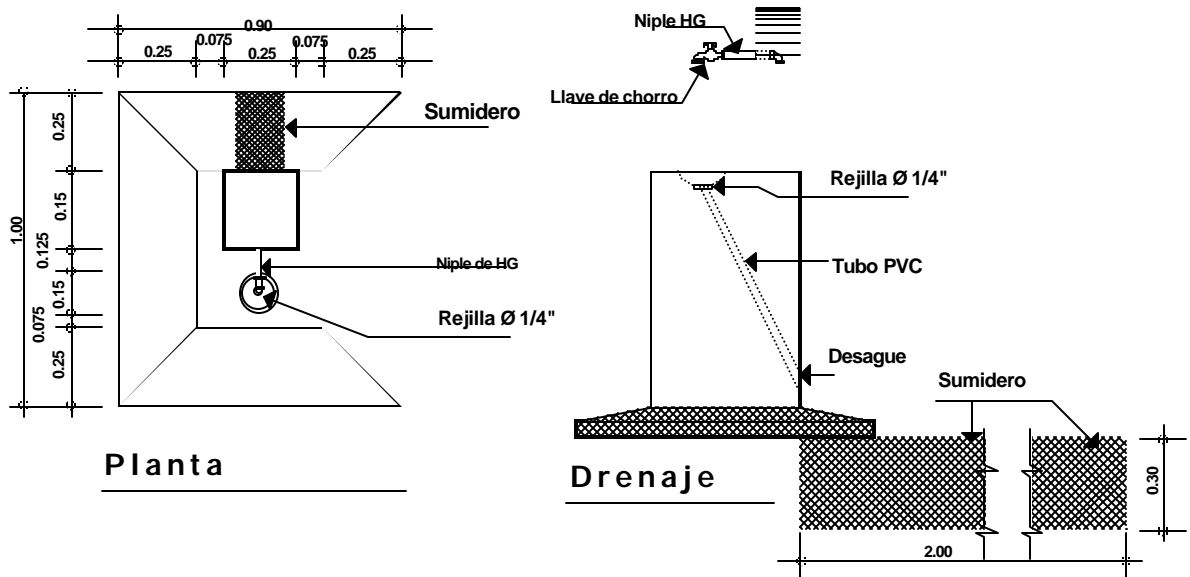


5. LINEA Y RED DE DISTRIBUCION

Esta unidad tiene como finalidad llevar el fluido hasta el lugar más cercano de las viviendas o unidades de servicio para el suministro del agua. Está constituido por la línea o líneas de tubería de alimentación de la red, y la red propiamente, que a su vez se conforma de líneas o conductos principales y conductos menores o secundarios. En su construcción se puede utilizar tubería y accesorios de hierro galvanizado (HG), hierro fundido (HF), pero hoy día es utilizado especialmente la tubería de PVC, por las ventajas de costo, duración, peso, maniobrabilidad, fácil instalación, no requiere mano de obra muy especializada, por el tipo de junta no requiere de grandes anclajes de apoyo en su instalación, etc.

6. SERVICIOS DOMICILIARES, PREDIALES Y LLENACANTAROS

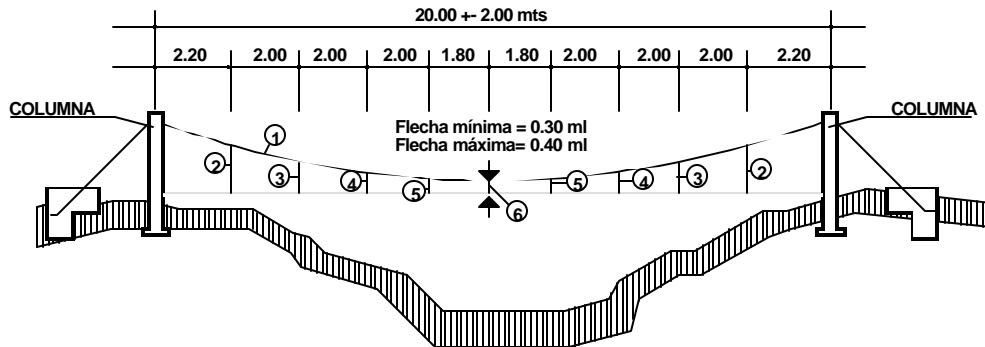
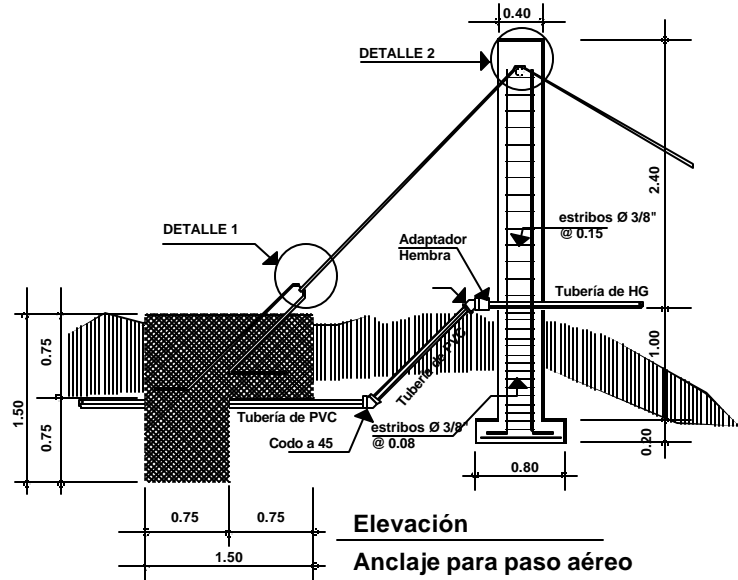
Esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliario o bien un servicio tipo comunitario (llenacantaros o chorros públicos). Hoy día, se construyen con tubería y accesorios de PVC por las razones antes apuntadas, y dependiendo de las condiciones del funcionamiento del sistema, pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua). Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal, para la instalación interna del servicio en el domicilio y termina en un grifo en los servicios públicos.



7. OBRAS DE ARTE

7.1. PASOS AÉREOS Y PASOS DE ZANJONES

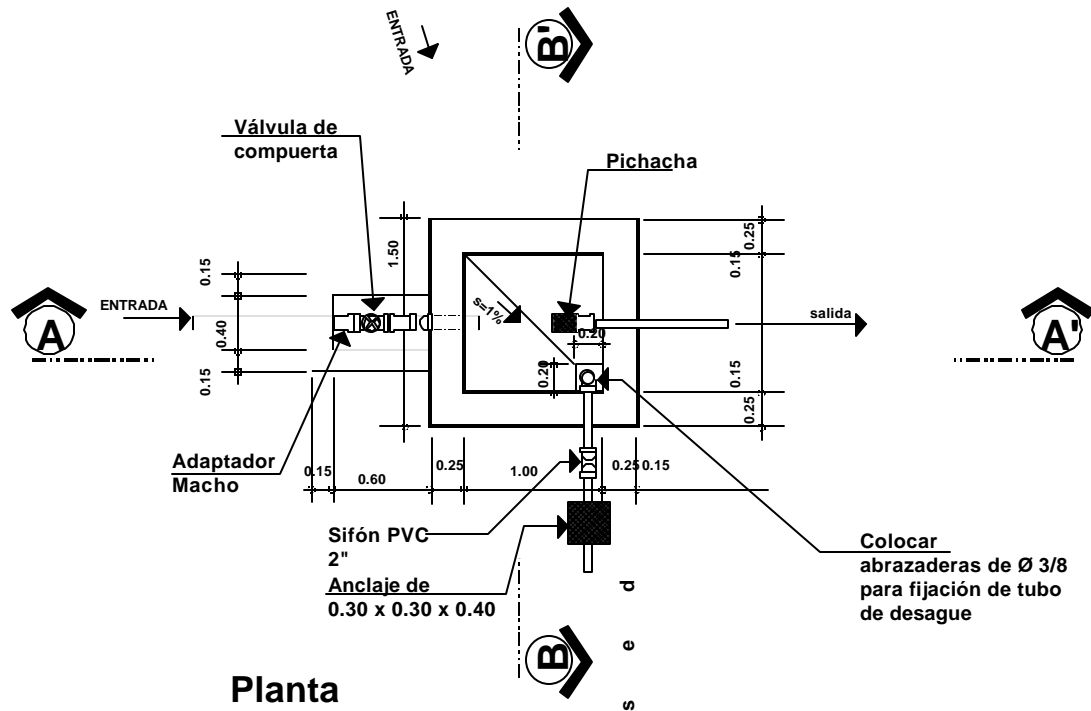
En algunos sectores, de acuerdo con la topografía del terreno, es necesario hacer obras especiales para la protección de la tubería, especialmente en pequeñas quebradas o ríos. En estos casos se recomienda utilizar pasos aéreos y pasos de zanjones, que deberán contar con estructuras especiales tal como se detalla en las siguientes gráficas.



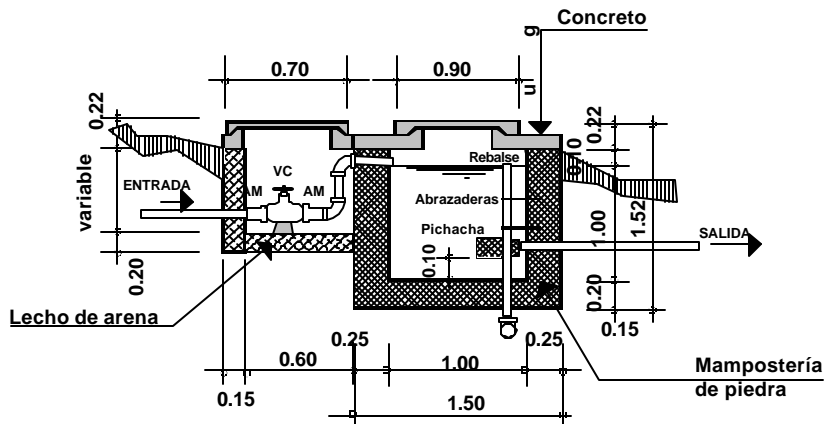
No.	Cantidad	Descripción
①	1	Cable tirante L=34 m Ø 3/8"
②	2	Cable de suspensión L=3.0 m Ø 1/4"
③	2	Cable de suspensión L=2.2 m Ø 1/4"
④	2	Cable de suspensión L=1.4 m Ø 1/4"
⑤	2	Cable de suspensión L=1 m Ø 1/4"
⑥	1	Cable de suspensión L= 0.8 m Ø 1/4"
⑦	4	Tubos de HG L= 24 mts
⑧	9	Guarda cable para ?
⑨	2	Guarda cable Ø 3/8"

7.2 CAJAS ROMPEPRESIÓN

Forman parte de las denominadas Obras de Arte y cumplen la función de romper las fuertes presiones derivadas por la diferencia de alturas al momento de la conducción de agua. Mediante estas cajas se logra compensar las presiones, reduciendo los costos de tubería de alta presión.



CAJA ROMPEPRESION



CAJA ROMPEPRESION

8. SUPERVISION DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE

1. SUPERVISION DE CAPTACION

a. Estación de Bombeo

- Para la supervisión de la caseta de bombeo, se deberá atender todo lo indicado para la supervisión de las edificaciones, en cada una de sus fases.

b. Instalación de Equipo de Bombeo

En la supervisión del equipo de bombeo, se debe considerar lo siguiente:

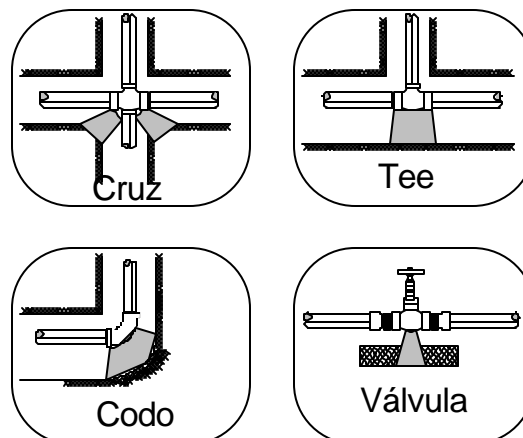
- Que la cimentación del equipo a instalarse esté conforme a las dimensiones, ubicación y detalles de anclaje para el equipo.
- El macizo de cimentación del equipo, deberá estar libre de contacto del resto del piso y toda la estructura de la caseta, al igual que el equipo propiamente y las tuberías de succión y de bombeo, para evitar vibraciones.
- Cuando el equipo de bombeo comprenda un motor de ignición a base de gasolina o diesel, deberá contar con silenciador y el tubo de escape debe salir de la caseta de bombeo y a una buena altura, debiendo estar libre de contacto con la estructura de la caseta.
- El equipo debe responder al indicado en los planos y especificaciones o catálogo, y deberá estar instalado de acuerdo a los mismos.
- Se comprobará la instalación de todo el equipo de protección y aparatos de medición, requeridos por el tipo de equipo instalado, comprobando su buen estado de funcionamiento, como niveles de aceite, manómetros, interruptores, etc.
- Se deberá comprobar la existencia de accesorios que faciliten el cebado de la bomba cuando el tipo lo requiera, y que no trabaje en seco la bomba.
- Se hace obligatorio efectuar una o varias pruebas antes de su recepción final.

2. SUPERVISION DE LINEAS DE CONDUCCION, DE DISTRIBUCION Y REDES

La supervisión de la instalación de las líneas de conducción, distribución y redes de distribución implica el cuidado de lo siguiente:

- Comprobar que el trazo de toda la tubería a instalar en el área cumpla exactamente con lo indicado en los planos: ubicación, longitud, diámetro, accesorios, obras de protección, cajas, detalles, etc.
- Que la zanja tenga el ancho y profundidad especificado, que previo a la instalación de la tubería cuente con un lecho de material selecto (arena fina) uniforme y alineado, para protección de la tubería de presiones concentradas.

- La tubería deberá estar instalada de acuerdo a indicaciones de los planos y especificaciones del fabricante, se deberá comprobar que exista una buena junta, en las uniones de tubería y sus accesorios.
- Comprobar que tengan anclaje de concreto, todos los accesorios que producen empuje por presión.



Anclajes de concreto para accesorios

- Que los pasos aéreos de la tubería, cuenten siempre con tubería de metal por ser más sólida, y deberán estar soportadas por una estructura adecuada de metal o concreto reforzado para la seguridad de la misma.
- Se deberá limpiar y desinfectar la tubería instalada previo a su funcionamiento, haciendo correr agua a una velocidad mínima de 0.75 m./seg. y luego llenar la tubería, utilizando una concentración mínima de 1 mg. / litro de cloro residual libre, buscando que exista un cloro residual de 0.5 mg./ litro después de las 24 horas.
- Se deberá efectuar una prueba de presión de la tubería instalada, de preferencia entre cada tramo limitado por válvulas, a efecto de comprobar el hermetismo del tramo y el cierre de las válvulas del tramo correspondiente, como mínimo deberá elevarse la presión igual a un 50% más de la presión a la que trabajará normalmente la tubería, pero preferentemente deberá ser cercana a la presión nominal resistente de la fabricación de la tubería, indicada en la misma para comprobar su comportamiento, previo a cerrar la zanja de su instalación. Esto se consigue cerrando perfectamente las válvulas y conectando en un punto del tramo a probar un equipo de bomba manual, para subir la presión al valor correspondiente y mantenerla durante 30 minutos, verificando que la pérdida de presión en ese tiempo no sea mayor de un 5% de la inicial. Es recomendable colocar un poco de material selecto sobre la tubería a probar, pero sin que cubra las uniones de tubería y accesorios para comprobar si existen fugas o no.

Al cerrar la zanja, se deberá comprobar que se coloque capas de material selecto compactado hasta donde sea posible, a los lados y sobre la tubería instalada, buscando no afectar la misma; posterior a esta fase, sí se deberá compactar en debida forma las demás capas hasta rellenar completamente la zanja.

3. SUPERVISION DE CAJAS DE CAPTACION, DESARENADORES, CANALES DE MEZCLA, TANQUES SEDIMENTADORES, FILTROS Y TANQUES DE DISTRIBUCION

La supervisión de estas unidades por su tipo y por ser construidas normalmente en concreto reforzado es similar, recomendándose lo siguiente:

- Verificar que su trazo cumpla con la ubicación, nivel de cimentación, forma, dimensiones y detalles, que señale los planos.
- Comprobar la forma y dimensiones de separación de la armadura, la conformación de las camas o planos diferentes de refuerzo, la forma de cada refuerzo según se indique en los planos, el número y calibre de cada tipo de varillas, la longitud del traslape de varillas, el recubrimiento mínimo de protección del refuerzo para este tipo de obra por estar en contacto del suelo y el agua, la calidad del refuerzo utilizado, en general cualquier otro detalle del refuerzo.
- La construcción de una buena formaleta es muy importante, debiendo comprobar que conserve niveles, escuadras, la verticalidad del plomo, medidas exactas y sobre todo la seguridad de la misma para evitar, cualquier deformación o percance a la hora de la fundición parcial o total de las estructuras.

Para la fundición o colado del concreto se deberá comprobar:

- Calidad y proporción de los materiales para el concreto de acuerdo a las especificaciones
- Que en la dosificación del concreto se utilice el mínimo de agua, debiendo tener una consistencia pastosa y no acuosa.
- Se efectúe una buena vibración manual del concreto al momento de la fundición, utilizando para ello una varilla de acero para lograr un mejor resultado y resistencia, a la vez que se evitan las llamadas ratonera o espacios vacíos dentro del concreto.
- Se proceda al curado después del inicio del endurecimiento del concreto
- Adicional a lo anterior, se deberá considerar todos los detalles de instalaciones especiales de cada tipo de obra, tales como compuertas, instalación de tubería interna, válvulas de control del flujo, accesorios de tubería, rebases, ventiladores, cajas de válvulas, tapaderas, material de filtrado, válvulas de limpieza, etc.

4. SUPERVISION DE CASSETAS DE DOSIFICACION DE QUIMICOS Y DE CLORACIÓN

Por tratarse básicamente de edificaciones, la supervisión de este tipo de obra debe hacerse fundamentalmente:

- Igual a la especificada en el capítulo de supervisión de edificaciones y agregar los aspectos descritos en el punto anterior de la Supervisión del Equipo de Bombeo.

5. SUPERVISION DE SERVICIOS DOMICILIARES, PREDIALES Y LLENACANTAROS

Comprobar:

- El número y ubicación de los servicios de acuerdo al plano respectivo.
- El tipo y la seguridad de la conexión de los accesorios en cada servicio.
- La profundidad y el relleno de la zanja en los servicios.
- El funcionamiento y la presión del caudal de cada grifo.

9. GUIA RAPIDA PARA LA SUPERVISION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

<p>1. CAPTACION</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>a. Estación de bombeo Lo indicado para supervisión de edificaciones</p> <p>b. Equipo de bombeo Cimentación conforme dimensiones y detalles Cimentación y tuberías libre de contacto Tubo de escape debe salir Equipo instalado de acuerdo a planos y especificaciones Funcionamiento de equipo de protección y medición Accesorios faciliten el sebad y no trabaje en seco la bomba Pruebas antes de recepción final</p>	<p>2. LINEAS DE CONDUCCION, DISTRIBUCION Y REDES</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>El trazo cumpla con planos Zanja con medidas y lecho especificados Tubería instalada de acuerdo a planos Con anclaje los accesorios Limpiar y desinfectar tubería instalada Prueba de presión de tubería instalada</p>	<p>3. CAJAS DE CAPTACION, DESARENADOR, CANALES DE MEZCLA, TANQUES SEDIMENTADORES, FILTROS Y TANQUES DE DISTRIBUCION</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Trazo, forma, dimensiones y detalles conforme plano Forma y dimensiones de armadura Formaleta conforme medidas y segura</p> <p>Para el concreto Calidad y proporción de los materiales Dosificación mínima de agua Vibración del concreto Curado del concreto Instalaciones especiales para cada tipo de obra</p>
<p>4. CASSETAS DE DOSIFICACION QUIMICOS Y CLORACION</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Lo especificado para edificaciones y equipo de bombeo</p>	<p>5. SERVICIOS DOMICILIARES, PEDIALES Y LLENACANTAROS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Número y ubicación de acuerdo a planos El tipo y conexión de accesorios Profundidad y relleno de zanja Funcionamiento y presión en cada grifo</p>	

V. SISTEMAS DE DRENAJES

a) Alcantarillado o Drenaje Sanitario:

Es el conjunto de tuberías y obras destinadas a la recolección, alejamiento, acondicionamiento y disposición final de las aguas residuales de las comunidades.

b) Drenaje Pluvial:

Es el conjunto de tubería y obras destinadas a la recolección y alejamiento de las aguas de lluvia.

c) Drenaje Combinado:

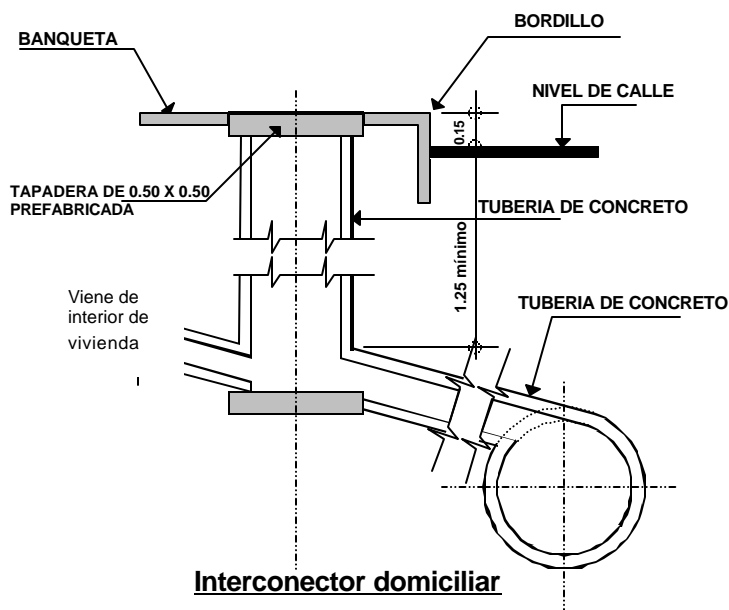
Reúne las aguas residuales y las de lluvia para alejarlas y llegar a su disposición final.

El tipo de tubería generalizado en la construcción de estos tres tipos de drenaje, es el tubo de cemento, fabricado con una mezcla húmeda de arena de río y cemento, adicional a este tipo de tubo, solo se utiliza tubos de PVC, pero en diámetros relativamente pequeños por su costo elevado.

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE DRENAJE

1. INTERCONECTORES DOMICILIARES

Son cajas de mampostería o tubos de cemento en posición vertical, constituyendo el punto de interconexión entre el sistema interno de la vivienda y el inicio del sistema de drenaje. externo



2. RAMALES SECUNDARIOS O SERVICIOS DOMICILIARIOS

Son las tuberías de cemento de 6 a 8 pulgadas de diámetro, que unen los interconectores domiciliarios con la tubería central o ramales principales. Se construyen en un ángulo inclinado con relación a la tubería central, para encausar mejor el agua.

3. TRAMOS O RAMALES PRINCIPALES

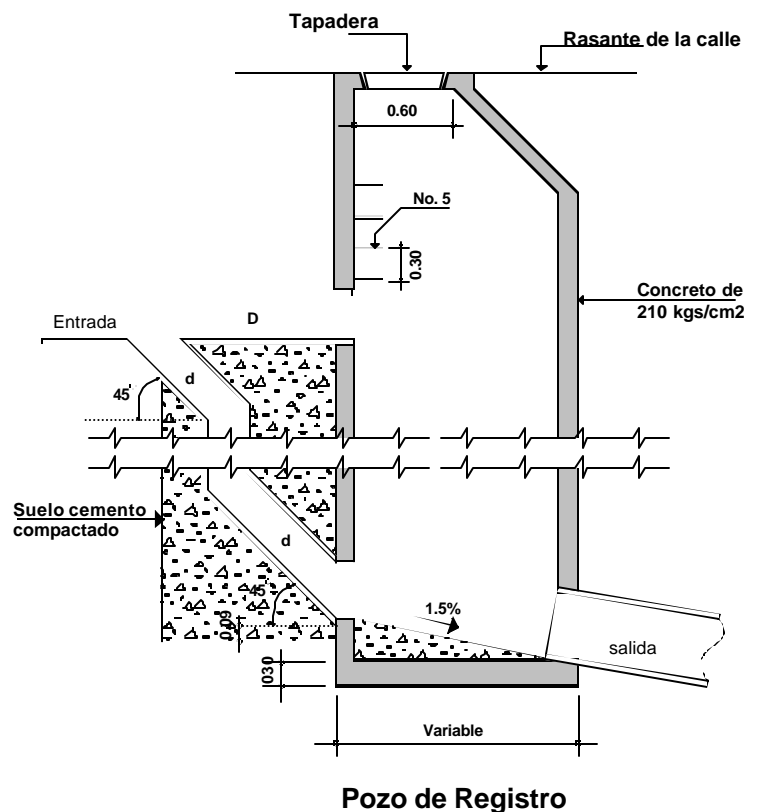
Son las tuberías centrales de mayor diámetro que reciben los efluentes de los ramales secundarios, para conducirlos al siguiente tramo o a un ramal colector.

4. COLECTORES

Son las tuberías de mayor diámetro que recolectan el efluente de las tuberías principales para trasladarlo a un lugar de eliminación o tratamiento. Dependiendo de la magnitud del diámetro puede requerir la utilización de tubos de concreto reforzado con hierro estructural.

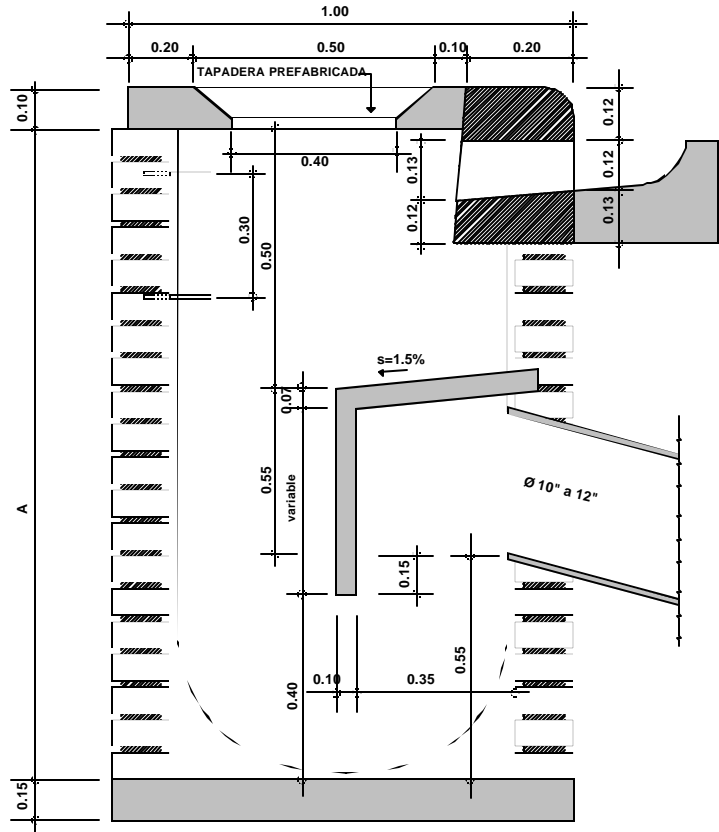
5. POZOS DE REGISTRO

Son estructuras de forma cilíndrica construidas de concreto reforzado o bien con ladrillo de arcilla reforzado con elementos de concreto reforzado, cuya funcionalidad es a) interconectar los diferentes tramos de tubería del sistema de drenajes, b) cambiar de dirección a los tramos de drenaje, c) cambios de pendiente de la tubería de los diversos tramos, d) permitir la inspección de los tramos de tubería



6. CAJAS TRAGANTE

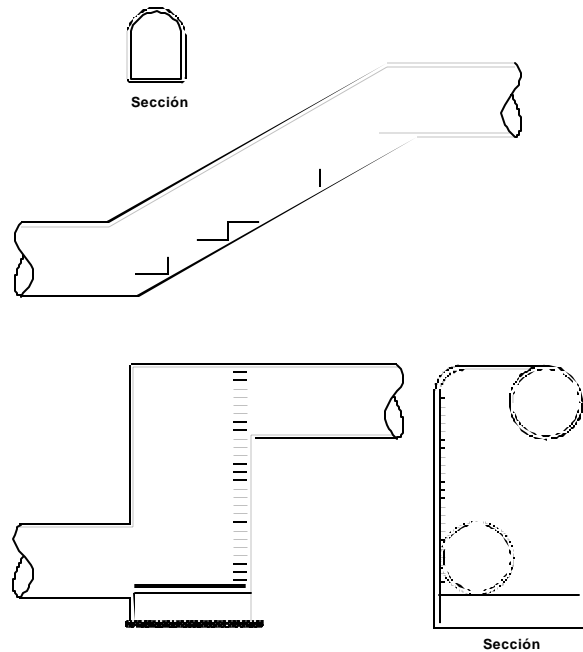
Son cajas de concreto reforzado o de ladrillo de arcilla reforzado de forma cúbica, que cuentan con una garganta o entrada, para permitir el ingreso del agua de lluvia, para introducirlo dentro de la tubería de la red del sistema. Este tipo de estructura se utiliza en sistemas pluviales y combinados



**TRAGANTE TÍPICO
SISTEMA DE COMBINADO**

7. OBRAS O CANALES DE DESCARGA

Son obras especiales diseñadas y construidas para descargar los efluentes de los colectores para ser eliminados a otros cuerpos de agua mayores o para ser tratados en una planta. Pueden ser construidos de mampostería o concreto reforzado.



Canales de descarga

8. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DRENAJES

Son obras grandes y caras que no se consideran en este manual, porque difícilmente estarán dentro de la programación de obras financiadas con el FSDC, debido a su monto y complejidad. En razón de lo anterior, únicamente se indica las etapas que normalmente incluye un proceso de tratamiento de este tipo: a) Pretratamiento, que incluye la eliminación de objetos y sólidos como arenas, grasas, etc. b) Tratamiento Primario, que incluye básicamente sedimentación c) Tratamiento Secundario, que incluye procesos de cultivo, filtrado, clarificadores, etc., d) tratamiento y evacuación de fangos.

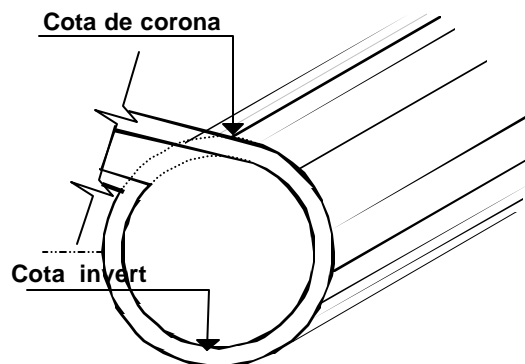
9. SUPERVISION DE SISTEMAS DE DRENAJES

Para efectos de este manual, el proceso de supervisión de una obra de drenaje se aplica indistintamente para cualquiera de los tres tipos de drenaje mencionados, salvo que se indique lo contrario o se especifique el tipo de drenaje.

SUPERVISION DE INTERCONECTORES DOMICILIARIOS

Se debe comprobar:

- El número y ubicación de cada interconexión domiciliar, de acuerdo al plano de planta general.
- El diámetro del tubo interconector o las dimensiones de la caja domiciliar de acuerdo a los planos y especificaciones.
- Verificar pendientes mínimas de tubería de acuerdo con el diseño.

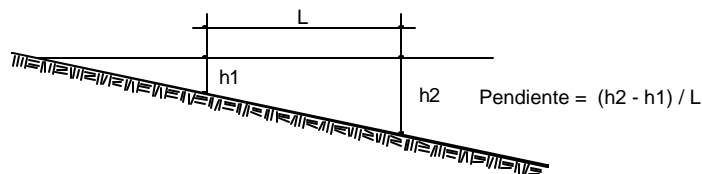


Cotas de corona e invert

SUPERVISION DE RAMALES SECUNDARIOS, PRINCIPALES Y COLECTORES

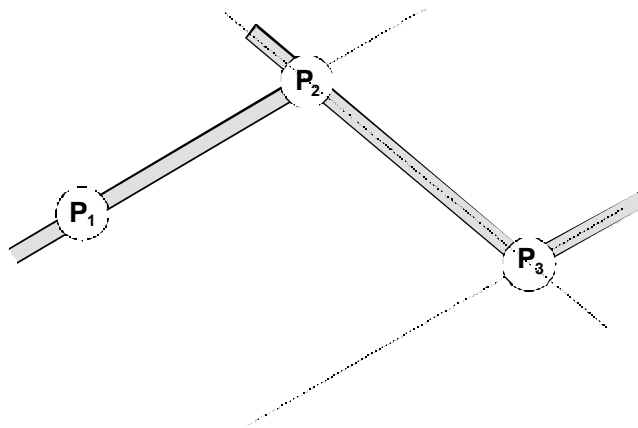
Indistintamente de que tramo se trate, se debe verificar lo siguiente:

- Los tramos de drenaje cumplan con lo indicado en los planos, en cuanto a ubicación, dirección, sentido de la pendiente y el flujo, magnitud del diámetro y la pendiente de acuerdo a los planos y especificaciones
- Que el ancho y la profundidad de la zanja en los diferentes puntos del tramo, correspondan a las medidas indicadas en los planos
- Que la rasante del fondo de la zanja corresponda al suelo natural, totalmente compacto y con la pendiente especificada para colocar la tubería correspondiente. Para verificar la pendiente, se debe comprobar las cotas de los extremos del tramo, determinar su diferencia y medir la longitud entre ambos, finalmente efectuar la división para hallar la relación de la pendiente, de acuerdo a los valores que especifican en la hoja de planta y perfil para ese tramo.



Determinación de Pendiente

- Que la tubería sea de características de buena calidad, como forma regular, medidas precisas, apariencia uniforme y sin defectos de fundición, resistente, compacto e impermeable.
- La colocación de la tubería debe ser totalmente a eje, es decir en línea recta en todas direcciones y cuando se requiere cambiar de dirección en planta o elevación, tiene que ser a través de un pozo de inspección.



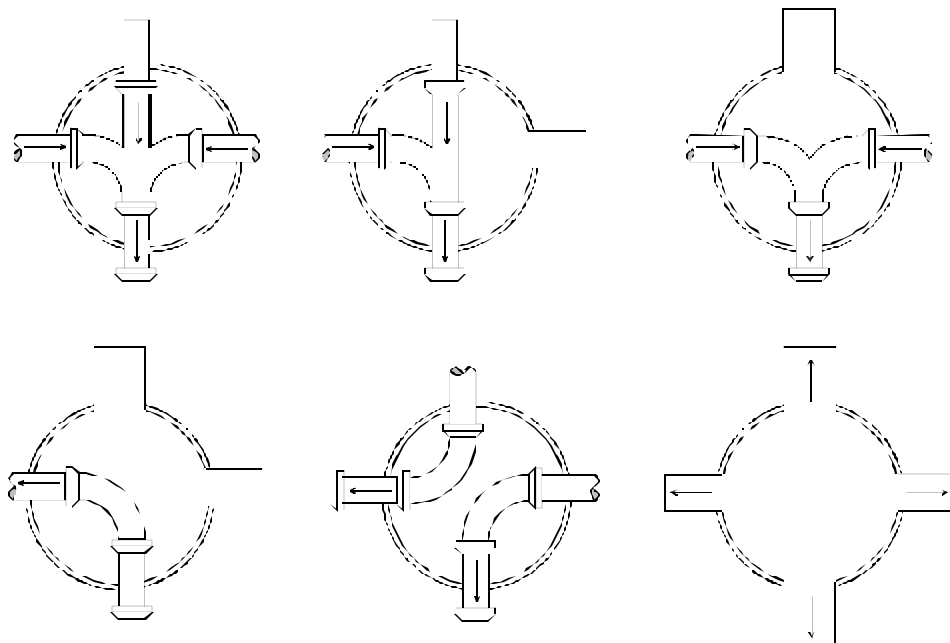
- Que las juntas en su interior queden completamente libres de excedentes de material que obstruyan el paso de los efluentes

- Que los anillos de sabieta alrededor de cada junta de la tubería, estén bien conformados y sin grietas.

SUPERVISION DE POZOS DE VISITA O REGISTRO

La supervisión de los pozos comprende la verificación de:

- La ubicación de los mismos sobre la línea o tramo de tubería, conforme planos de planta y perfil,
- Todas sus medidas de acuerdo a los planos y detalles de los mismos, como: diámetros de la entrada y el fondo; cotas del fondo, tapadera, entrada y salida de tubos (cotas invert); medidas de espesor de tapadera, profundidad del pozo, etc.
- El espesor de la losa del fondo y los detalles de los canales de desviación y encause del efluente.



DETALLES DE ENCAUSE DEL EFLUENTE

- La existencia de un recubrimiento de alisado de cemento en el fondo y la parte baja de las paredes interiores.
- Colocación de los escalones de hierro para el descenso, de acuerdo a diámetro y forma especificados.
- Características y armaduría de tapadera de concreto reforzado de acuerdo a planos y detalles.

SUPERVISION DE TRAGANTES Y CANALES DE DESCARGA

Se deberá establecer lo siguiente:

- Ubicación precisa de los tragantes en los puntos bajos de acuerdo a los planos de planta general y hojas de planta y perfil, y en igual forma el o los puntos de descarga.
- Comprobación de dimensiones en planta y elevación de acuerdo a los planos y detalles constructivos de las cajas de tragantes, como la tapadera, la garganta y la concha de depresión, para el ingreso del agua pluvial. En forma similar para los canales de descarga.
- Atender todo lo considerado para obras de concreto reforzado o de mampostería, según sea el caso.
- Comprobación, del buen anclaje de los canales de descarga, para evitar problemas de asentamientos o deslaves que afecten la estructura.

10. GUIA RAPIDA PARA SUPERVISION DE SISTEMAS DE DRENAJES

<p>1. INTERCONECTORES DOMICILIARES</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Número y ubicación de acuerdo a planos Diámetro de tubo y medida de cajas Cotas invert de tubos de entrada y salida</p>	<p>2. RAMALES SECUNDARIOS, PRINCIPALES Y COLECTORES</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Tramos cumplan con indicado en planos Ancho y profundidad de zanja Rasante de zanja suelo natural compactado y pendiente dada Tubería de calidad de forma y medidas uniformes Colocacion de tubería en línea recta Juntas libres de excedentes de material Anillos de juntas bien conformados</p>	<p>3. POZOS DE VISITA O REGISTRO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Ubicación en planos de planta y perfil Medidas de acuerdo a planos y detalles Losa del fondo y canales de desviación Recubrimiento del fondo y paredes interiores Escalones de forma y dimensiones especificadas Armadura y características de tapaderas</p>
<p>4. TRAGANTES Y CANALES DE DESCARGA</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Ubicación puntos bajos de acuerdo a planos de planta y perfil Dimensiones de acuerdo a planos y detalles Lo considerado para obras de concreto y mampostería Buen anclaje de los canales de descarga</p>		

VI. CAMINOS DE TERRACERIA

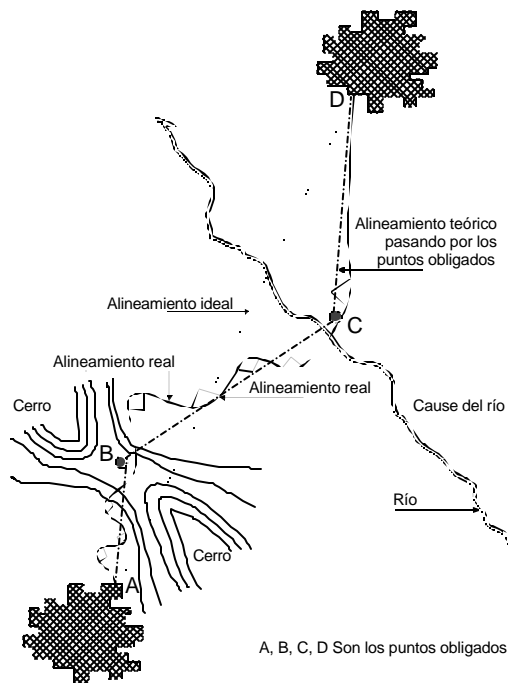
Para efectos de este Manual de Supervisión, nos concretaremos a definir la supervisión de caminos de terracería, únicamente. En razón, de ser el tipo de obra que se ejecuta especialmente con los FSDC, a la vez de ser factibles de supervisión por personal no especializado.

1. DESTRONQUE Y LIMPIEZA

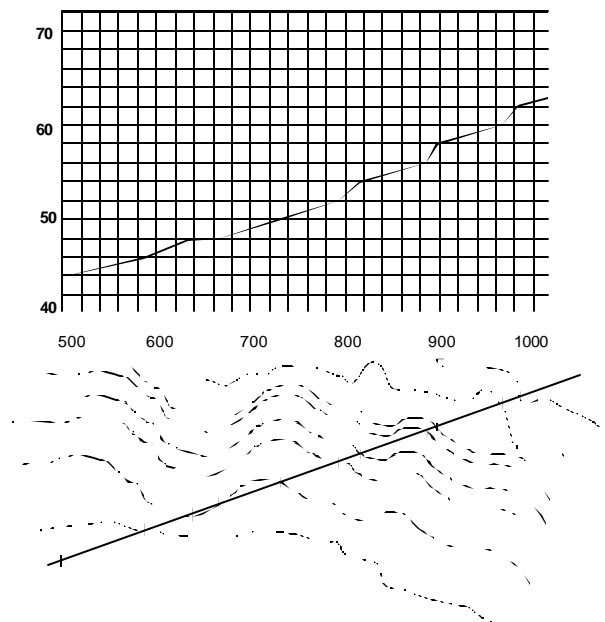
Este componente comprende la extracción de todos los troncos de árbol con tractor o a mano, incluyendo arbustos y la limpieza de plantas, que estén dentro del ancho de vía, que impidan efectuar el trazo topográfico del camino y los demás renglones de obra; a excepción de la que no afecte o convenga preservar.

2. TRAZO

Comprende el trabajo topográfico de establecer todos los datos del camino, en el área a construir y durante todo su recorrido, ubicando cada uno de sus elementos conforme el diseño en planta y perfil del mismo en los planos y especificaciones. Dejando estacas de referencia de alturas de corte y relleno del suelo, y de todos los datos básicos para su construcción, normalmente a cada 20 m. sobre su eje longitudinal.



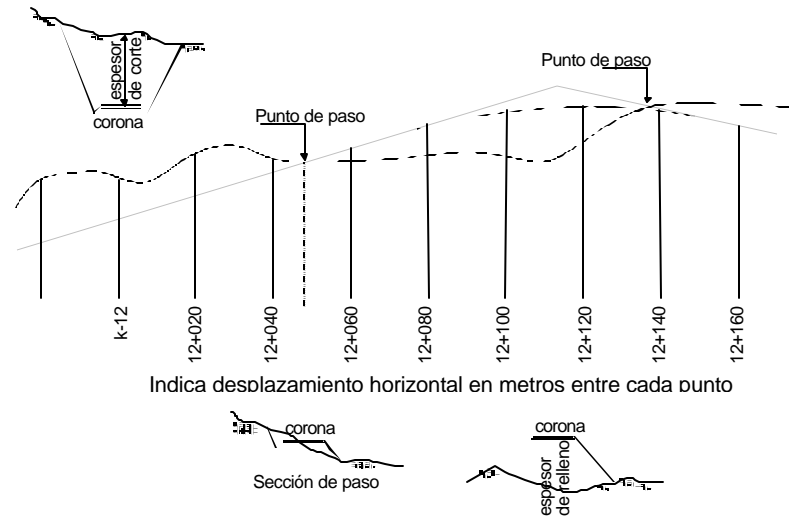
Trazo de Camino en planta uniendo poblaciones



Relación entre las cotas de un tramo en planta y perfil

3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

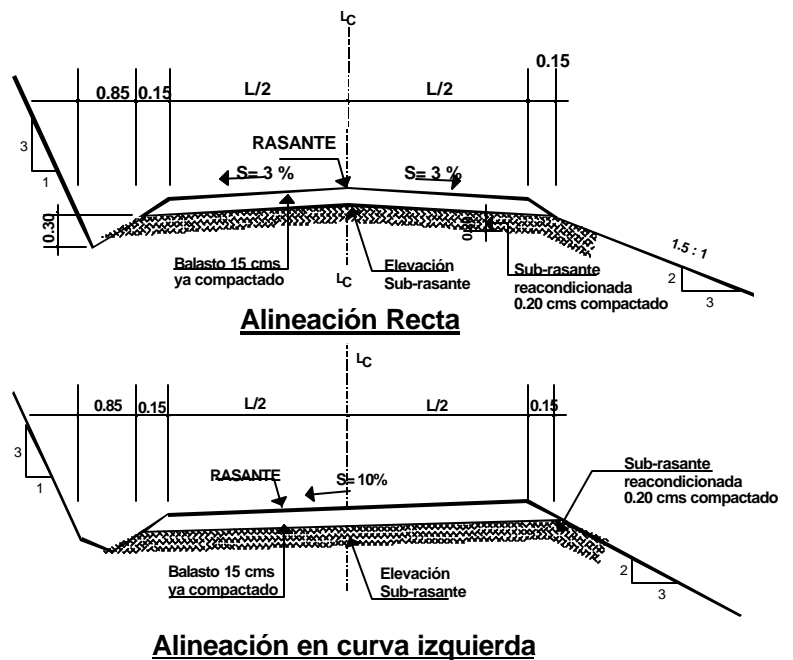
Comprende las actividades gruesas de corte y relleno del suelo, para definir la subrasante del camino, que incluye el traslado del material de corte, y acarreo de material de relleno; siendo ideal, que los mismos se complementen y balanceen, para lograr economía de tiempo y de costo en la construcción de esta etapa, siempre que el material de corte sea adecuado para efectuar el relleno, la colocación debe ser por capas debidamente compactadas. En cualquier caso, requiere la utilización de tractor y cuando hay acarreo de material se requieren camiones de volteo y un cargador frontal para la carga del material.



Definición de subrasantes con áreas y volúmenes de corte y relleno

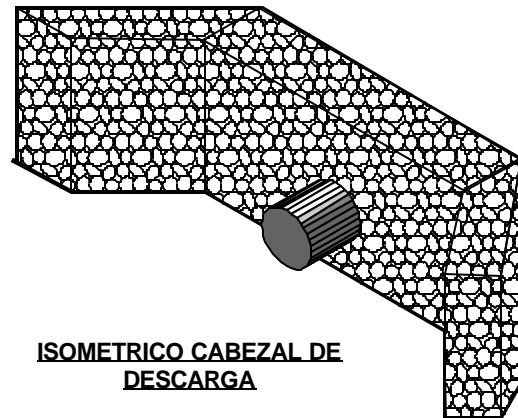
4. CONFORMACION DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CAMINO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE

Es la etapa de definición de la sección típica del camino, de acuerdo a lo indicado en los planos y especificaciones. Normalmente es uniforme a lo largo del trayecto incluyendo la pendiente transversal hacia los lados, a excepción de los tramos curvos que presentan un peralte de inclinación hacia el centro de la curva, para estabilidad de los vehículos que la transitan. Adicionalmente, incluye la conformación de cunetas laterales y taludes donde corresponda; así como la compactación de la subrasante del camino, actividad por demás importante para la resistencia y durabilidad de la obra, mayormente que para este tipo de caminos no se incluye la construcción de la sub-base normal en las carreteras, por razones de costo básicamente. Ambas actividades se realizan con un patrol o motoniveladora y vibrocompactadora.

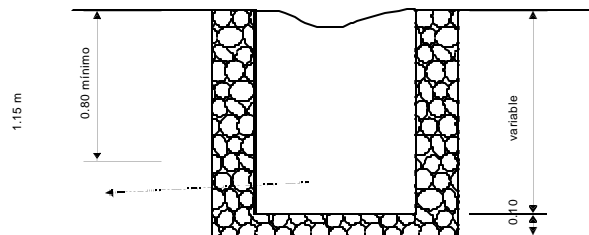


5. CABEZALES Y CAJAS

Son obras necesarias para conservar en buenas condiciones el camino y prolongar la vida útil del mismo. Los cabezales constituyen el extremo de las alcantarillas y se denomina cabezal de entrada al punto en donde ingresa el agua de lluvia a la alcantarilla y cabezal de salida al punto de distribución hacia la escorrentía en el terreno. Otras obras de arte para protección son las cajas recolectoras, así como la protección de los taludes contra la erosión y para ello se utilizan cunetas (parte inferior del talud) y contracunetas (parte superior del talud). Ver detalle en página 6 de esta sección.



ISOMETRICO CABEZAL DE DESCARGA

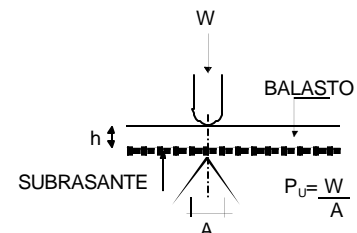


PLANTA
Detalle de Caja Recolectora

SECCION
Detalle de Caja Recolectora

6. BALASTADO DEL CAMINO

Esta etapa comprende varias actividades previas, como lo son: corte del material de balasto, carga, acarreo desde el banco de materiales a la obra, descarga del material, riego y tendido del mismo sobre el área a balastar por capas y compactación del material. Es una de las etapas más importantes de la construcción de un camino vecinal, por sus funciones especiales de distribuir la carga concentrada de las llantas del vehículo sobre la superficie del material de la subrasante y ser la capa resistente a la fricción por rodadura, por lo que se debe poner mucho cuidado en la supervisión. Estas actividades requieren de un tractor para el corte del material, un cargador frontal para camiones de volteo y de nuevo se utiliza una motoniveladora para tender el material, un camión cisterna para el riego del material y vibrocompactadora para su compactación.

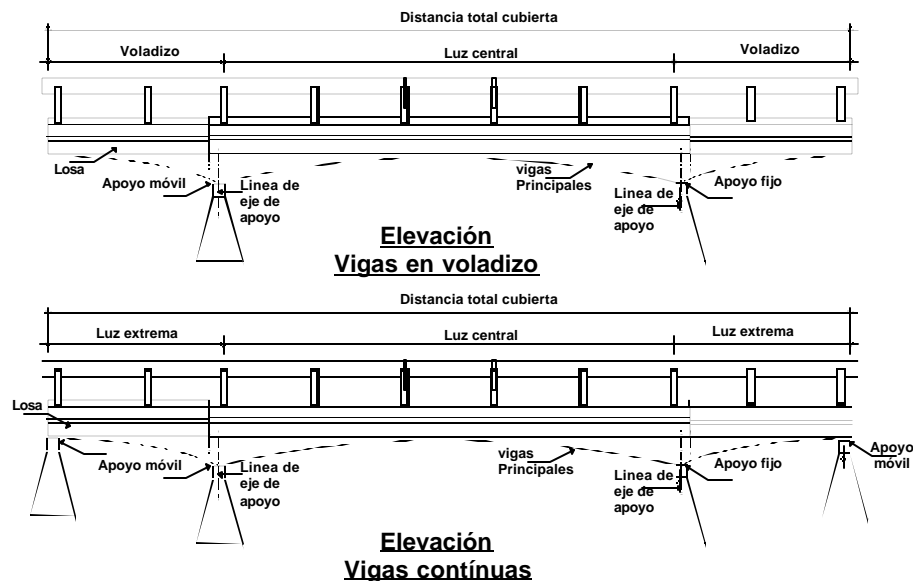


Efecto de la Carga sobre la capa de balasto y la subrasante

7. CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE

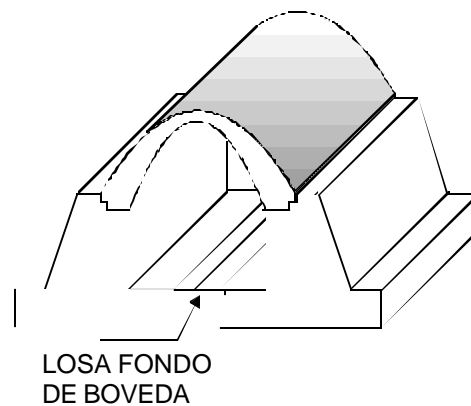
7.1 PUENTES

Estructuras diseñadas y construidas para salvar el paso de ríos o profundidades del terreno, donde se dificulta realizar un relleno y donde no es propicio o aconsejable ejecutar otra obra de arte. Una estructura de este tipo se puede construir con diversidad de diseños y materiales, como madera, acero, concreto reforzado, preesforzado y post tensado. Siendo comunes dentro del FSDC los de concreto reforzado y preesforzado.



7.2. BOVEDAS Y CAJAS

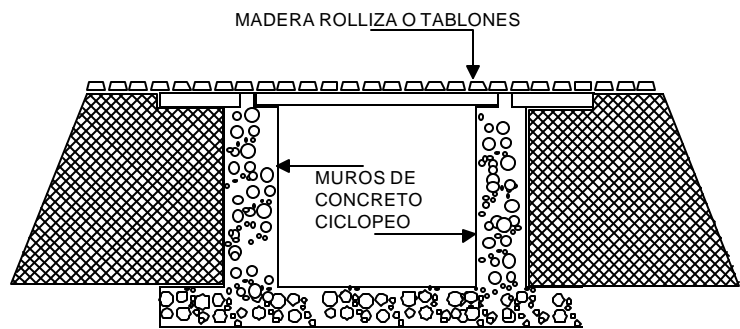
Son estructuras con los mismos objetivos que las anteriores, pero más simples y para luces relativamente más cortas, que se eligen donde no se justifica la construcción de un puente por su longitud, complejidad y costo. Las bóvedas son de forma circular o parabólica, construidas en concreto reforzado o metal, y las cajas definitivamente de concreto reforzado. Para la colocación de las bóvedas deberán seguirse las especificaciones del fabricante.



Bóveda con piso

7.3. COPANTES

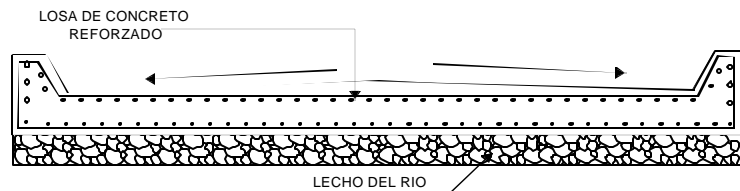
Son puentes de estructuras relativamente planas y de poca altura, algunos son rudimentarios y de uso temporal, construidas con madera rolliza y tablonés; pero también se construyen con losas planas reforzadas de luz corta; que sin embargo, pueden alcanzar buena longitud por repetición del módulo de losas apoyadas sobre pilas de concreto ciclópeo o concreto reforzado. Normalmente las losas son perforadas para permitir el paso del agua hacia arriba en caso sobrepase el nivel de la losa. Son recomendables para ríos angostos o anchos, pero de poca profundidad.



Puente tipo copante

7.4. VADOS Y BADENES

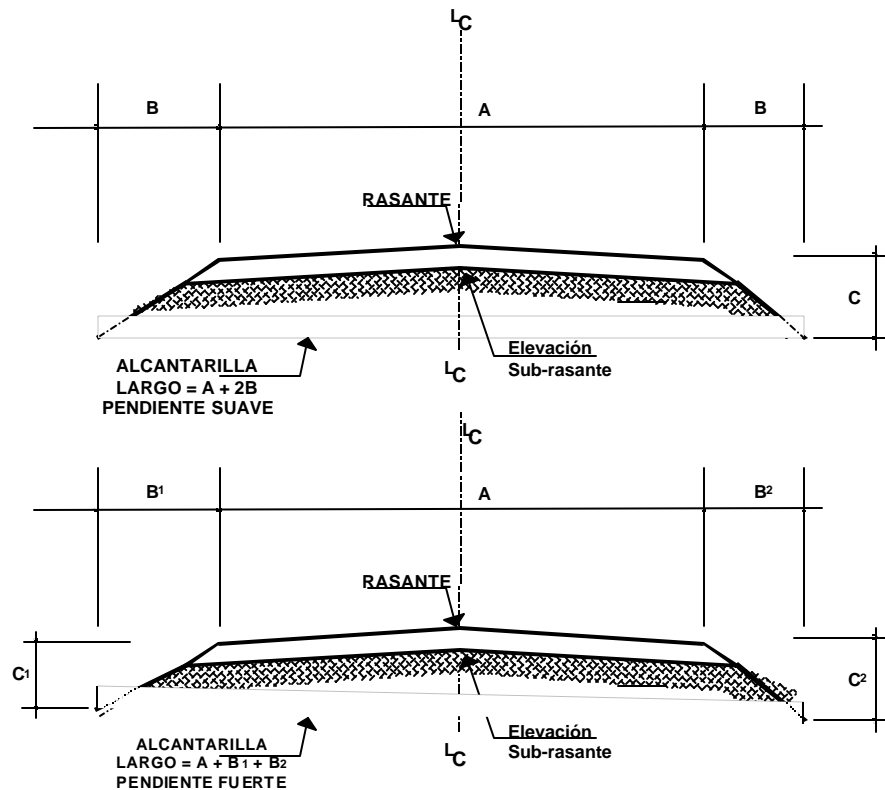
Son estructuras de empedrado o losa de concreto reforzado o no, fundidas en el lecho del río con la finalidad de que permitan el paso de vehículos prácticamente entre el agua, por lo que solo son factibles en los casos en que el río es de poco caudal y poca profundidad, o bien se utilizan solo en época de verano. Pueden incluir o no, tubería adicional.



**Sección transversal de Vado
a base de losa de concreto reforzado
sobre el fondo del río**

7.5. DRENAJES O ALCANTARILLAS TRANSVERSALES

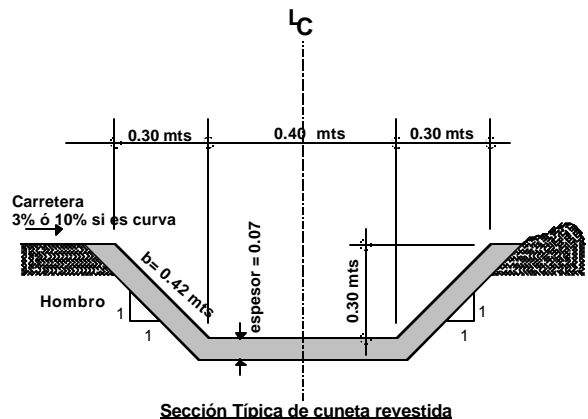
Son obras de drenaje, cuya finalidad es evacuar el agua de las cunetas longitudinales de un lado del camino; que por alguna razón, no es posible alejarlas de ese lado y requiere ser trasladada al lado contrario. Generalmente son tubos de cemento o de concreto reforzado cuando los diámetros son muy grandes, o bien se utiliza tubería corrugada de hierro galvanizado. En el inicio de la alcantarilla siempre existe una caja recolectora del flujo de la cuneta a descargar y en el otro extremo de salida, cuenta con un cabezal de refuerzo y soporte del material de la carretera.



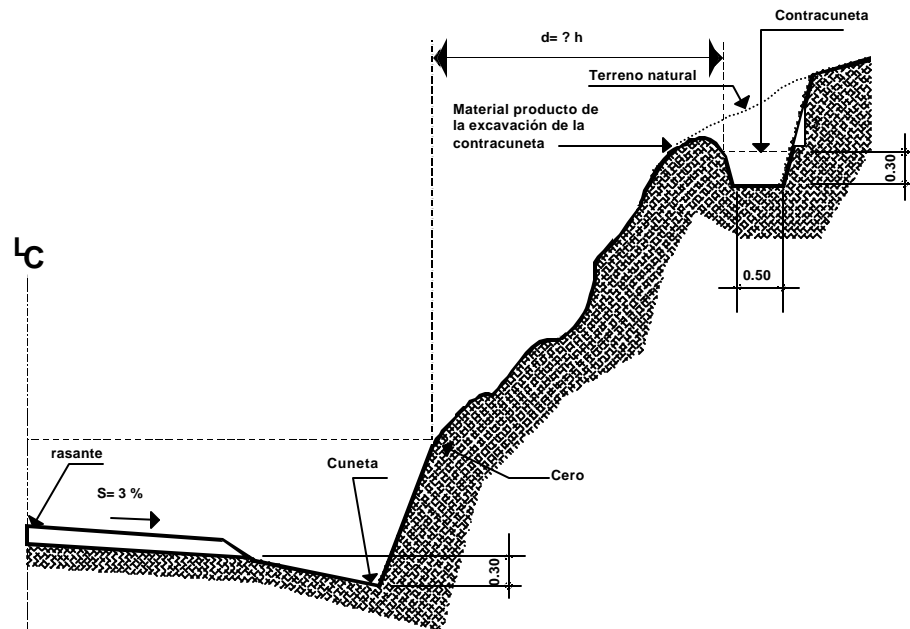
Drenajes o alcantarillas transversales

7.6. CUNETAS

Son estructuras para recolectar y conducir el agua de lluvia caída sobre la carretera y el área aledaña, que por la pendiente transversal del camino y los taludes llega hasta la cuneta, para ser evacuada en las descargas hacia los lados del camino. Se construyen únicamente conformadas en suelo natural, sobretodo cuando el suelo es prácticamente horizontal y poco erosionable; y se hace necesario revestir cuando las características del suelo es lo contrario.



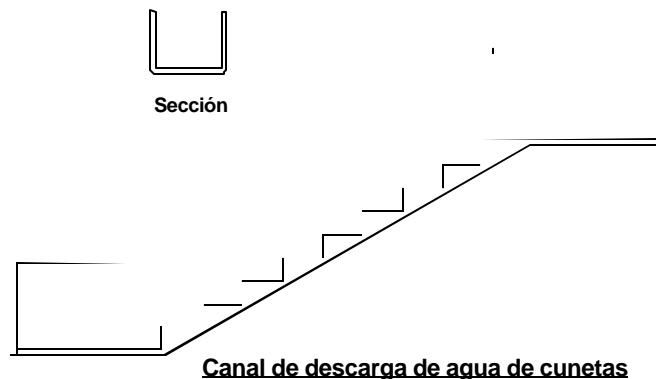
Cuando es bastante el agua de escorrentía que desciende de un talud, se puede evitar construyendo una cuneta en la parte superior del talud, tomando el nombre de Contracuneta, se construyen canales de descarga laterales para la evacuación del agua.



Cuneta y Contracuneta

7.7. CANALES DE DESCARGA

Son estructuras en forma de canal liso o bien con graderíos, que se construyen para descargar el agua que conducen las cunetas hacia los puntos bajos a los lados del camino. Se construyen de mampostería o de concreto reforzado, siendo esto último lo más recomendable.

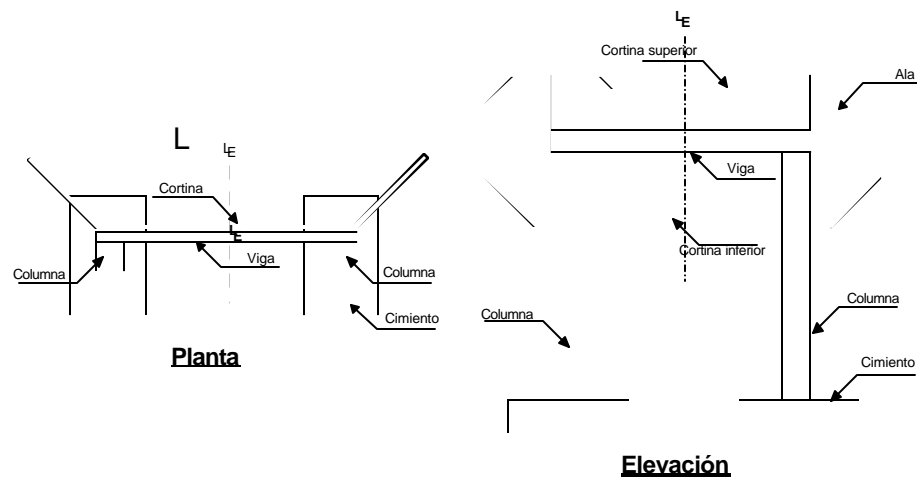


Canal de descarga de agua de cunetas

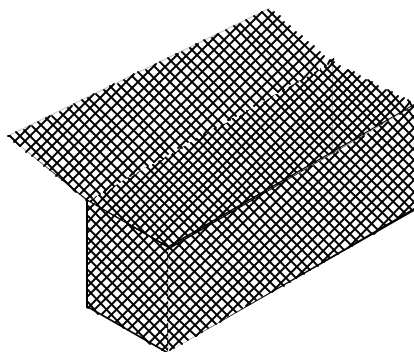
7.8. OBRAS DE PROTECCION

Son las obras adicionales, que se diseñan y construyen para proteger las estructuras del camino o de las obras de arte; entre otras están:

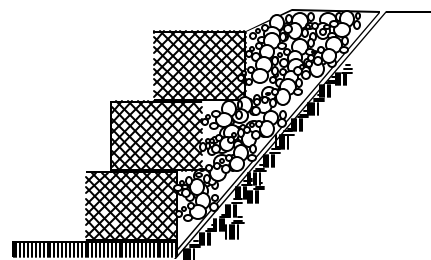
- a) Los propios estribos de apoyo de los puentes con sus aletones, que pueden ser de concreto reforzado o de concreto ciclópeo, para sostener el material de relleno de los accesos al puente o los taludes adenaños
- b) Muros de concreto ciclópeo, para evitar deslaves de las orillas y taludes hacia el lado bajo del camino.
- c) Gaviones, estructuras construidas a base de malla metálica galvanizada, llenas de piedra, muy resistentes a los efectos de deslaves y el agua, por lo que se utilizan con mejor resultado que las anteriores y especialmente para proteger las subestructuras de puentes y obras similares.



Estribos de puente con aletones



Caja para gaviones



Protección de obras y taludes con gaviones rectangulares y planos

8. SUPERVISION DE CAMINOS DE TERRACERIA

8.1. SUPERVISION DEL DESTRONQUE Y LIMPIEZA

En la supervisión de ésta actividad se debe verificar:

- Que se ejecute únicamente dentro del ancho establecido para el camino, incluyendo los hombros, las cunetas y taludes o bien dentro del ancho de vía.
- Que se proceda al destronque total de los árboles y la limpieza sea completa, debiéndose retirar toda la materia orgánica del área de trabajo.
- La medición e inventario de las áreas de cultivo en caso existan dentro del trazo efectuado.
- La reposición y el traslado de cercos de terrenos que sean afectados en este sentido

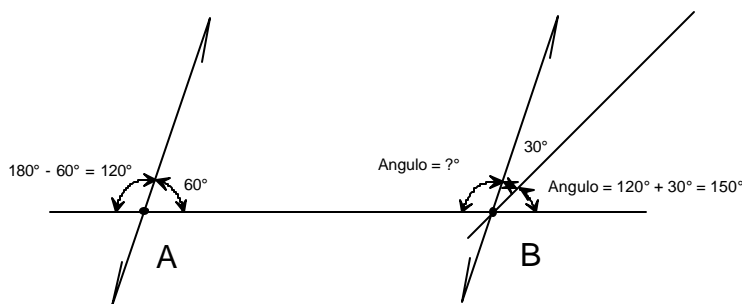
8.2. SUPERVISION DEL TRAZO

La actividad de trazo con base en una poligonal abierta, siempre está encomendada a una cuadrilla de topografía responsable directa del mismo; sin embargo, se puede hacer algún tipo de chequeo aproximado en el campo, con base en el plano de planta y perfil del diseño del camino y la utilización de instrumentos más sencillos que un teodolito y nivel de trípode.

El chequeo tiene como única finalidad, verificar solo con cierta aproximación si existe o no, algún error en el trazo topográfico, sobretodo cuando exista alguna duda de algún tramo; debiéndose proceder a la comprobación, en caso se considere necesario de:

a. El trazo del ángulo entre dos tramos rectos (tangentes) en planta

Utilizando una brújula en el inicio de cada tangente y orientada hacia el tramo respectivo se puede leer el ángulo correspondiente con relación al norte magnético de cada tangente, la sumatoria o diferencia entre ambos será el ángulo entre ambas rectas o tangentes.



Determinación del ángulo entre dos rectas o tangentes

b. La longitud de tramos rectos o tangentes

Bastará con medir con una cinta métrica la distancia entre los dos puntos de inflexión (PI) de sus extremos. Es recomendable medir en tramos de 20 metros e irlos acumulando, como efectivamente se acostumbra y hacen los trazos topográficos. Cada medida se debe hacer con la cinta en posición horizontal y cuando los 20 metros no lo permitan se puede hacer en tramos más cortos, en cualquier caso se debe alinear la dirección de la medida.

c. El ángulo vertical o pendiente de un tramo

Se puede utilizar un clinómetro, que indica el ángulo o el porcentaje de pendiente directamente o bien utilizar un hilo y nivel de hilo; se mide una distancia horizontal a partir de un punto del camino y la altura de desnivel que da en el extremo de la medida, la división del valor de la altura entre la longitud horizontal da el porcentaje de pendiente del tramo. El ángulo deberá corresponder con el indicado en el plano. Es bueno recordar que la máxima pendiente permisible para caminos vecinales, en un área escarpada o sea muy inclinada, es del 14%.

8.3. SUPERVISION DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Durante el trazo topográfico, queda indicado a través de los trompos y estacas de referencia, la profundidad de los cortes y la altura de rellenos que va en cada sección del camino, normalmente indicado a cada 20 metros.

Durante esta fase se deberá comprobar lo siguiente:

- Que los cortes de suelo no sobrepasen la profundidad indicada en cada estaca.
- Que los rellenos de las áreas bajas, se hagan con material adecuado, ya sea material granular o material selecto, éste último es una arena fina, que compacta muy bien a su grado de humedad óptimo, en la región es conocido como “tierra blanca”; se debe verificar que las capas de relleno sean de 10 a 30 cm. de espesor, debidamente humedecido y compactado, y que no sobrepase la altura indicada en la estaca de referencia. Cuando el material de corte es bueno, resulta conveniente aprovecharlo para efectuar los rellenos; de lo contrario, se tendrá que buscar un banco de material cercano.
- Que no se afecte la propiedad privada, más allá del ancho útil del camino incluyendo los hombros, las cunetas y taludes.
- Se debe prevenir cualquier posibilidad de riesgo o peligro para los trabajadores o vecinos, ejemplo: posibilidad de rotura de tuberías, deslaves, inundación de áreas, dificultad de paso, riesgo de viviendas, etc.
- Deberá existir señalización cuando el proyecto esté en ejecución.

Para la conformación de la sección típica del camino, se debe verificar lo siguiente, con base a lo que indique el plano correspondiente:

- En los tramos rectos o tangentes, verificar que coincidan las dimensiones de la sección de la subrasante conformada en el campo, con las anotadas en el plano, incluyendo la pista, los hombros, cunetas y taludes. Se debe verificar en varios tramos las dimensiones horizontales, verticales y pendientes transversales.
- En los tramos curvos, además de lo anterior se debe verificar el alto o pendiente del peralte máximo correspondiente, que se indique en los planos y el sobreancho interno de la curva, si lo incluye el diseño.
- Efectuar un recorrido por el tramo en construcción, determinando los tipos y condiciones del suelo encontrado en la subrasante.
- Se debe comprobar la efectiva vibrocompactación de la subrasante, debiendo mostrar el suelo solidez y resistencia a la penetración, existen métodos técnicos para comprobar el porcentaje de compactación de un suelo; pero una práctica fácil, es buscar penetrar una pieza de madera rolliza en varios puntos y comprobar la resistencia del suelo, a medida que penetra en cada uno.

Para la conformación de la sección longitudinal del camino de acuerdo a lo que indiquen los planos de planta y perfil correspondientes, se debe verificar lo siguiente:

- Que la longitud y la alineación horizontal y vertical de los tramos rectos o tangentes, especificadas en el diseño del camino en construcción, se reflejen en la obra, manteniendo las dimensiones, cotas, pendientes y alineación establecidas para cada tramo.
- Que los tramos curvos del diseño verticales u horizontales se reflejen en la obra, manteniendo las dimensiones y los datos específicos de radio (r), principio de curva (PC), principio de tangencia (PT), propios de cada curva.

8.4. SUPERVISION DEL BALASTADO DEL CAMINO

Esta etapa comprende varias actividades como se indicó en su descripción y por lo tanto la supervisión debe abarcarlas, iniciándose con la verificación de:

- La calidad de material para balastar del banco o bancos de que se dispone: a) su dureza; b) resistencia a la abrasión, es decir al desgaste; c) la forma en general, que debe ser con un mínimo de partículas con forma alargada, planas o caras fracturadas y angulosas; d) su graduación o granulometría, es decir la variedad de tamaño del agregado que lo conforma desde grava de (7 cm. a 2mm.), arena de (2mm. a 0.1 mm.) y polvo de (0.1 mm. a 0.02 mm.) de tamaño; todo en la mejor proporción, para lograr un buen acomodo con la vibrocompactación del material húmedo, eliminando al máximo los vacíos, obteniendo con ello el mejor valor de capacidad para soportar las cargas a transitar por el mismo; lo que no debe contener son limos de (0.02mm. a 0.002 mm.) y arcillas de (0.002 mm. a 0.0002 mm.) partículas de tamaño ínfimo, que solo se reconocen en forma volumétrica, por su plasticidad y coloraciones rojiza y café prevalecientes; f) en general, el material de balasto debe estar libre de limo, arcilla y de impurezas, como basuras y materia orgánica.
- La cantidad de material cortado en el banco y cargado o bien el conteo y cubicación de los camiones de volteo, a fin de establecer de cualquier manera, la cantidad de metros cúbicos de material de balasto utilizado para cada tramo.
- La aplicación de riego al material de balasto y el mezclado del mismo con la motoniveladora antes de la colocación final y compactación.

- Para verificar el espesor y compactación de la capa de balasto, aplicaremos una forma muy empírica; pero que da una idea del grado de compactación logrado, y es utilizando un pico o piocha para efectuar pequeñas excavaciones en el tramo compactado, hasta donde termina la capa de balasto, esto nos permite comprobar el espesor de la capa de balasto y el grado de compactación en el punto, en función directa de la dificultad que tengamos para excavar. Un material granular, con un buen porcentaje de compactación es muy difícil de excavar y viceversa. Las perforaciones se deben hacer especialmente en los tramos que se presume están mal compactados, se deben ubicar en forma alternada, en el centro y luego en cada una de las orillas de la franja de mayor tránsito, con un espaciamiento mínimo de 20 metros cada una.

La sección típica del camino deberá quedar libre de excedentes de material de balasto, sobretodo de piedra grande a la orilla del camino y especialmente en la sección de la cuneta.

8.5 SUPERVISION DE OBRAS DE ARTE

1. PUENTES, BOVEDAS, CAJAS, COPANTES, VADOS Y BADENES

Ver capítulo de Supervisión de Puentes, Bóvedas, Cajas, Copantes, Vados y Badenes.

2. SUPERVISION DE DRENAJES TRANSVERSALES Y CANALES DE DESCARGA

Ver capítulo de Supervisión de Sistemas de Drenaje.

3. SUPERVISION DE CUNETAS

Se debe atender lo siguiente:

- Comprobar que las mismas queden definidas, en el momento de la conformación de la sección típica del camino, con la motoniveladora; o bien posteriormente, talladas a mano.
- Que presente las medidas especificadas y una sección uniforme, en todos los tramos y lados del camino donde se requiere.
- Que en los tramos con mucha pendiente o suelo muy erosionable se revistan las cunetas, para su duración y buen funcionamiento; siempre que sea posible administrativamente.
- En los tramos con revestimiento, atender las recomendaciones para la construcción de estructuras de concreto o mampostería, según sea el caso.
- Que las cunetas liberen en tramos relativamente cortos el caudal acumulado, a través de una descarga natural o su canal de descarga correspondiente.

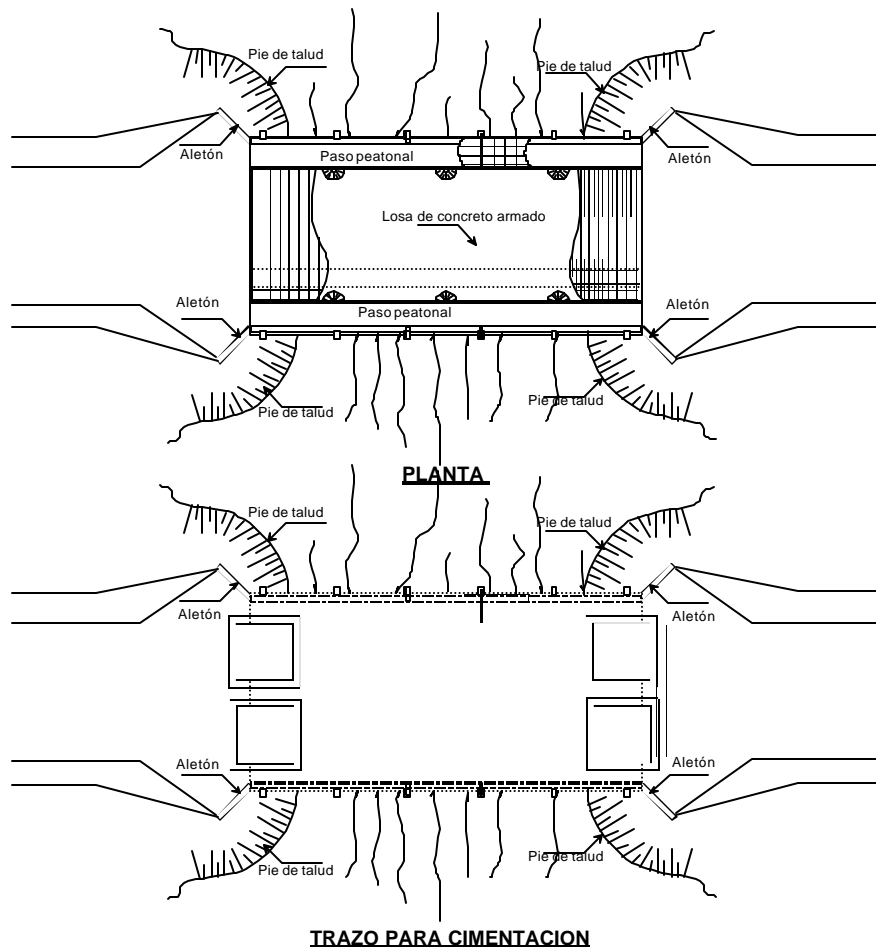
9. GUIA RAPIDA PARA SUPERVISION DE CAMINOS DE TERRACERIA

<p>1. DESTRONQUE Y LIMPIEZA</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Se ejecute dentro del ancho establecido. Destronque y limpieza completa Inventario de áreas de cultivo. Reposición y traslado de cercos.</p>	<p>2. TRAZO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Chequeo del trazo en planta y perfil en base a planos Angulo entre dos tramos rectos cuando se dude Sumatoria o diferencia de ángulos magnéticos de las dos rectas. Longitud de tramos rectos o tangentes. Medir distancia entre puntos de inflexión de las rectas Angulo vertical o pendiente de un tramo Clinómetro en forma directa Nivel e hilo, la altura, dividido la longitud horizontal</p>	<p>3. MOVIMIENTO DE TIERRAS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Los cortes no sobrepasen profundidad. Rellenos con material adecuado No se afecte propiedad más del ancho útil. Prevenir posibilidades de riesgo Conformación de secciones transversal y longitudinal Coincida la sección de la subrasante en tramos rectos con el plano En tramos curvos el peralte máximo Recorrido determinando tipo de suelos Efectiva vibrocompactación de subrasante</p>
<p>4. BALASTADO DEL CAMINO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Calidad de material de balasto Cantidad de material utilizado en el tramo Aplicación de riego y mezclado del balasto La compactación cumpla especificaciones</p>	<p>5. OBRAS DE ARTE</p> <p>PUENTES, BOVEDAS, CAJAS, COPANTES, VADOS Y BADENES</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>(Incluido en capítulo siguiente)</p>	<p>6. DRENAJES TRANSVERSALES Y CANALES DE DESCARGA</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Lo indicado en la (Supervisión de Ramales Secundarios, Principales y Colectores) y (Supervisión de Tragantes y Canales de Descarga) del capítulo de Supervisión de Sistemas de Drenaje.</p>
<p>7. CUNETAS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Definan las cunetas en el momento de la conformación de la sección típica Sección y medida uniforme en todos los tramos Revestir cunetas en tramos muy pendientes y erosionables.</p>	<p>Cunetas revestidas atender recomendaciones para construcciones de concreto y mampostería</p>	

VII. PUENTES Y OBRAS SIMILARES

1. TRAZO

El trazo comprende todos los trabajos topográficos en planta y altimetría, para ubicar las bases o estructuras de cimentación de la obra, en el punto previamente seleccionado y de acuerdo a lo que indiquen los planos.



Como una excepción y por su importancia, se describen a continuación algunos aspectos de la planificación y ejecución de puentes.

La decisión previa a la elaboración del proyecto, de definir la localización y ubicación del puente o cualquiera de las obras similares indicadas, es por demás importante; debiéndose seleccionar muy bien su localización; con orden prioritario, al lugar donde llegue en ese momento el camino. Requiriendo idealmente sus puntos de apoyo, donde el paso sea más estrecho, elevado, con terreno firme rocoso, donde exista la opción de continuar el camino a

ambos lados y además permita el desvío de las aguas para trabajar independientemente cada una de las estructuras de cimentación.

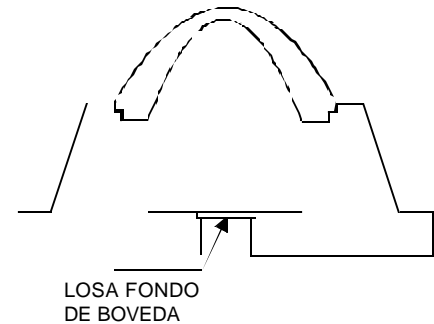
Lógicamente al momento de iniciar su ejecución con el trazo, se tiene que desviar el río para el lado contrario, a donde se va a iniciar el trazo de la cimentación de las estructuras de un lado del puente o las intermedias, utilizándose el mismo material del lecho del río y/o construyendo un tablestacado con el material que se cuente; debiéndose contar además, con bombas de achicar para extraer el agua constantemente que aún se filtre.

2. SUBESTRUCTURAS

Es la parte de las estructuras que quedan por debajo del suelo o del nivel apoyo de la superestructura. En ese sentido, se incluye la cimentación y las estructuras de apoyo de las obras similares señaladas.

2.1 CIMENTACION

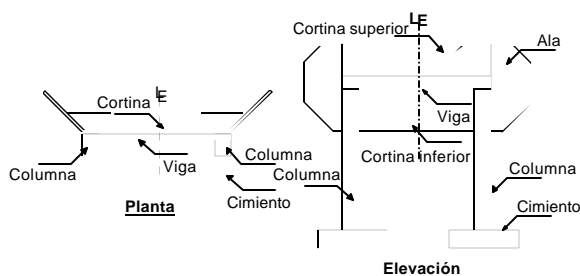
Indistintamente de la obra de que se trate, la estructura de cimentación normalmente está constituida por concreto reforzado, concreto ciclópeo o una combinación de ambos; regularmente son obras masivas, especialmente las de concreto ciclópeo con forma trapezoidal; su función es transmitir al suelo las cargas de las estructuras de apoyo, de las superestructuras y las cargas vivas del tránsito y peatones. Siempre deben estar asentados en roca firme o terreno completamente libre de la acción de erosión o socavación del agua, ya sea por su altura de cimentación o por obras de protección, como muros estructurales adicionales o gaviones apilados.



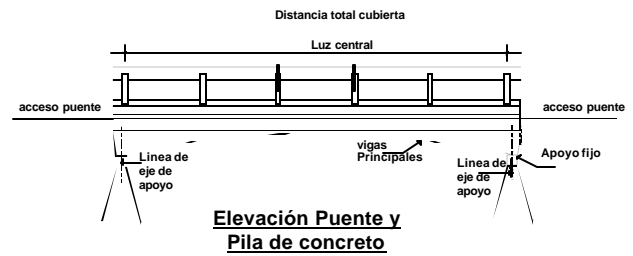
Cimentación de una Bóveda

2.2 PILAS, ESTRIBOS, CAJAS Y ARCOS O BOVEDAS

Estas estructuras intermedias, tienen la función similar de constituir apoyo de las estructuras superiores y transmitir a las de cimentación sus cargas, ya sea como un componente propiamente dicho, como en el caso de las pilas y estribos de los puentes, o como parte de una unidad, para el caso de las cajas y arcos. Los estribos de un puente son las estructuras de apoyo de los extremos, que además resisten el relleno de los accesos al mismo, y las pilas son los apoyos centrales. Normalmente las pilas y estribos se diseñan y construyen de concreto reforzado, ciclópeo o combinado, no así las cajas y arcos o bóvedas, que básicamente se construyen en concreto reforzado; son estructuras relativamente esbeltas, sobretodo si la obra es alta.



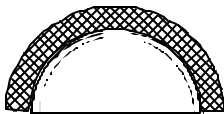
Estribos de puente con aletones



2.3 ARCOS O BOVEDAS DE LAMINA CORRUGADA

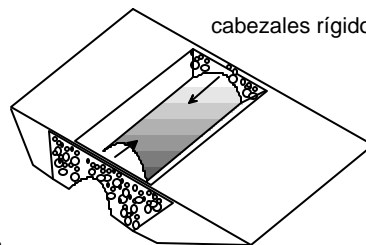
Como una excepción, en el caso de las estructuras de arco de lámina corrugada, es el mismo metal el que constituye el soporte del resto del arco de la parte superior y sus cargas; éstas obras son igualmente utilizadas para salvar distancias de paso. Se diseñan para resistir las cargas verticales de suelo del relleno exterior y las del tránsito, transmitiéndolas a través de sus paredes, que normalmente tienen forma parabólica para lograr ese efecto.

Método ideal

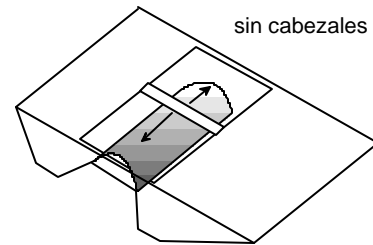


depositar el material sobre la bóveda en capas que sigan la forma del arco

Método práctico



depositar el material sobre la bóveda de los cabezales hacia el centro



depositar el material sobre la bóveda del centro hacia los extremos

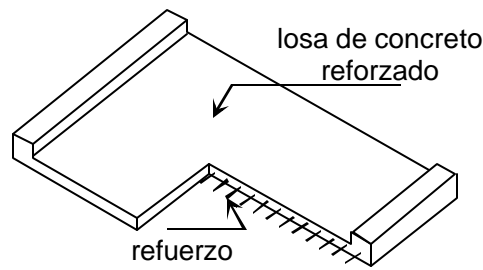
3. SUPERESTRUCTURAS

Es la parte de las estructuras que queda arriba del nivel del suelo o bien del apoyo de la misma.

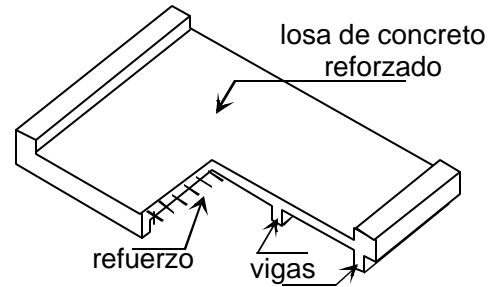
3.1 SUPERESTRUCTURAS PARA PUENTES Y COPANTES

Están conformadas por el piso, las vigas de apoyo longitudinales y transversales, las barandas, y las aceras o bordillos de seguridad.

3.1.1 DE CONCRETO REFORZADO:



Losa con refuerzo paralelo al tránsito



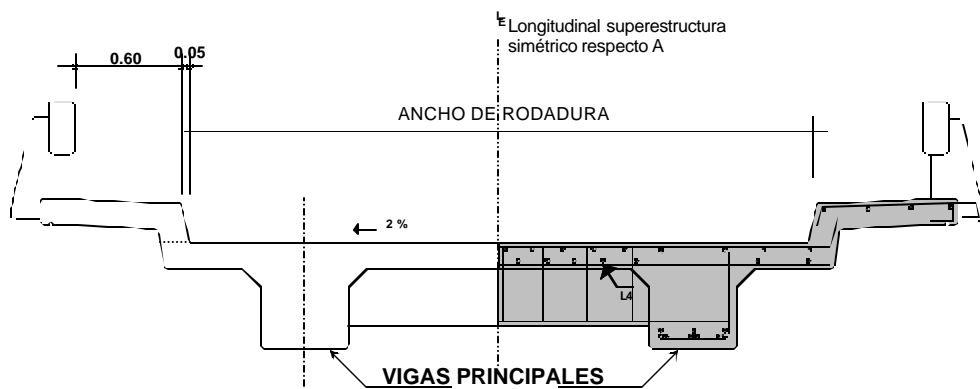
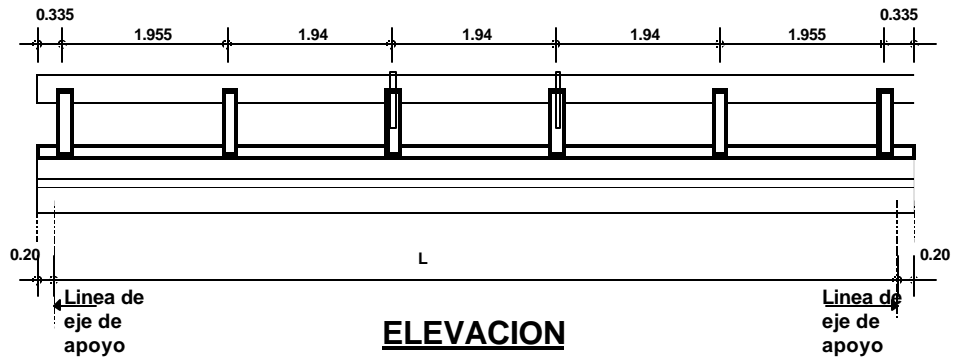
Combinación de losa y vigas

a. Losas Planas

Las superestructuras constituidas por losas planas en el piso de un puente o copante; son losas relativamente cortas, no mayores de unos 8 m., en las que la propia losa transmite sus cargas a las estructuras de apoyo y el refuerzo principal va en el sentido longitudinal de la misma; son muy usuales en los puentes copantes, por tener la característica de estar conformados por tramos cortos sobre varios apoyos. Estas losas cuentan con perforaciones de pequeño diámetro en toda el área, para permitir el paso vertical del agua por ella, en caso de que una crecida supere el nivel del copante.

b. Losas Apoyadas sobre Vigas

Las superestructuras constituidas por losas y vigas en el piso de un puente o copante; son losas de mayor longitud que puede llegar razonablemente hasta unos 15 m. de luz, por el peso de la propia superestructura no resulta aconsejable construir más largas con este tipo de losa; sin embargo, se construyen hasta de 20 m. Este tipo de losa transmite sus cargas a las vigas longitudinales y ellas a las estructuras de apoyo. Por lo que el refuerzo principal de la losa es en sentido transversal, hacia las vigas longitudinales; adicionalmente cuentan con otras vigas transversales, denominadas diafragmas que van especialmente en los extremos, para rigidizar y hacer trabajar uniformemente las vigas longitudinales.

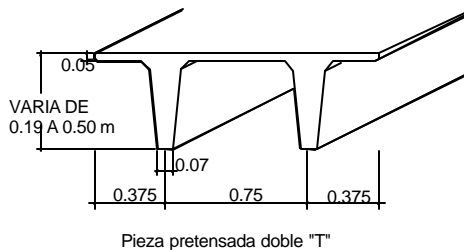


SECCION LOSA DE CONCRETO REFORZADO SOBRE VIGAS

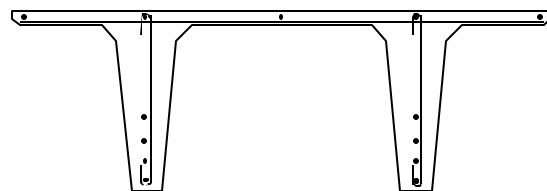
3.1.2 DE CONCRETO PREENFORZADO:

a) PREFABRICADAS CON VIGAS SECCION TEE

Son superestructuras integradas con vigas prefabricadas y preesforzadas de sección tee o doble tee que conforman la viga y el piso en forma integral, alcanzan luces hasta de 20 m. por su alta resistencia y esbeltez; requieren de la fundición de una losa de concreto reforzado en dos direcciones de unos 10 cm. de espesor, que constituye el piso de rodadura. El mayor problema es el transporte y la maniobra, que limitan las posibilidades de utilización, sobretodo si el lugar a instalar, es lejano, poco accesible y con poca área disponible de trabajo.



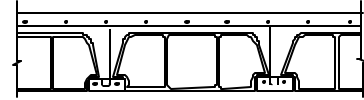
PUNTES PREENFORZADOS VIGAS SECCION DOBLE TEE



SECCION DE VIGA DOBLE TEE INCLUYENDO REFUERZO

b) PREFABRICADAS CON VIGUETAS Y BOVEDILLAS

Se construyen superestructuras integradas con viguetas prefabricadas que sirven de apoyo a bovedillas también prefabricadas, que se van montando sobre las viguetas para conformar el piso del puente; también requieren de la fundición de una losa de concreto reforzado en los dos sentidos adicional y una viga transversal rigidizante al centro. Con este segundo sistema, se alcanzan luces hasta de unos 10 m. de largo.

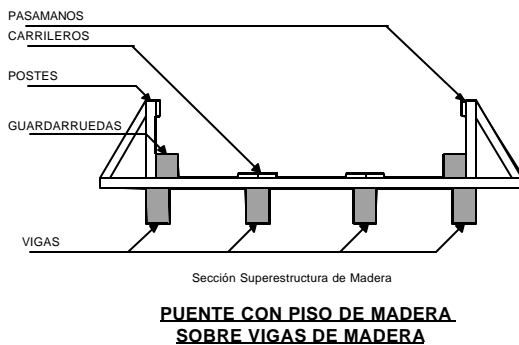


LOSA NERVADA CON VIGUETAS DE CONCRETO PREEFORZADO

3.1.3 DE MADERA

CON PISO SOBRE VIGAS

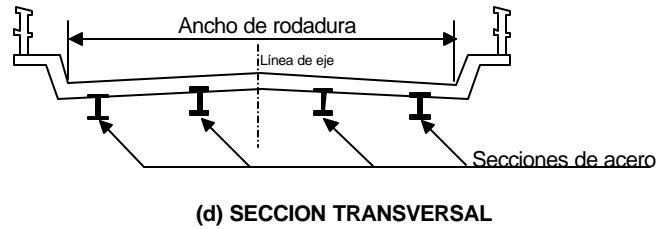
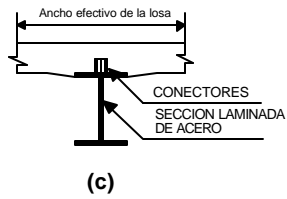
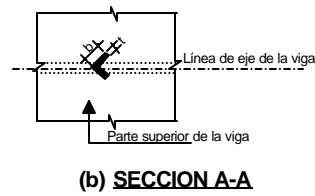
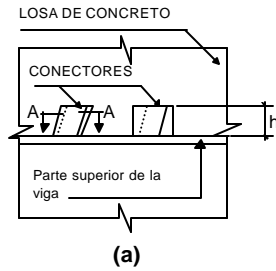
Este tipo de superestructuras es para luces relativamente cortas, no mayores de unos 6 u 8 m.; porque utilizan vigas longitudinales de madera, en razón de ello nuevamente las cargas del piso son transmitidas por las piezas transversales a las vigas longitudinales y éstas a su vez, a las estructuras de apoyo. Hoy día casi no se utilizan, por el fácil deterioro y poca durabilidad con el intemperismo, lógicamente con tratamiento previo se logra mejores resultados.



3.1.4 DE METAL

a) CON PISO SOBRE VIGA DE ALMA LLENA

Estas superestructuras pueden tener piso de madera, de metal o de concreto reforzado, apoyado sobre vigas de metal de alma llena, son prácticos de instalar, pero son propicios para luces no muy grandes, alrededor de unos 20 m. máximo, en función de su peso, costo y requerimiento de equipo pesado para su montaje

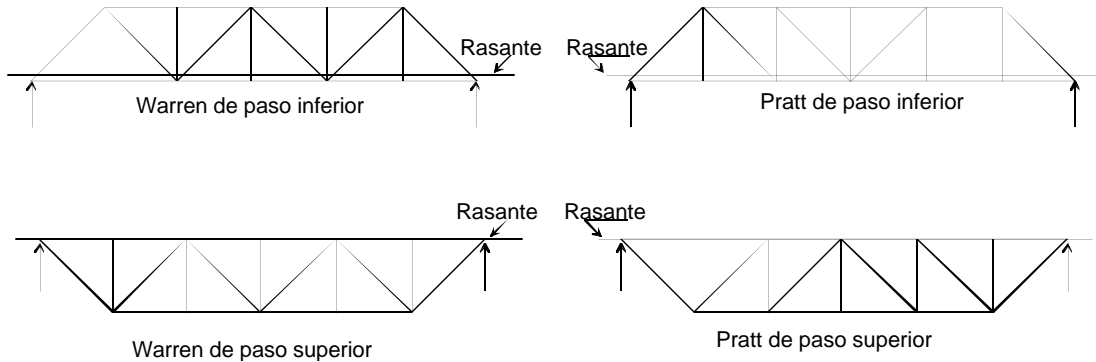


Superestructura de secciones laminadas de acero

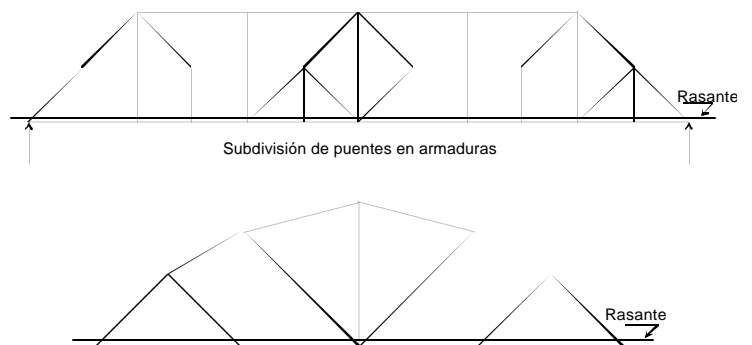
PUENTES DE PISO SOBRE VIGAS DE ALMA LLENA

b) CON PISO SOBRE ARMADURA

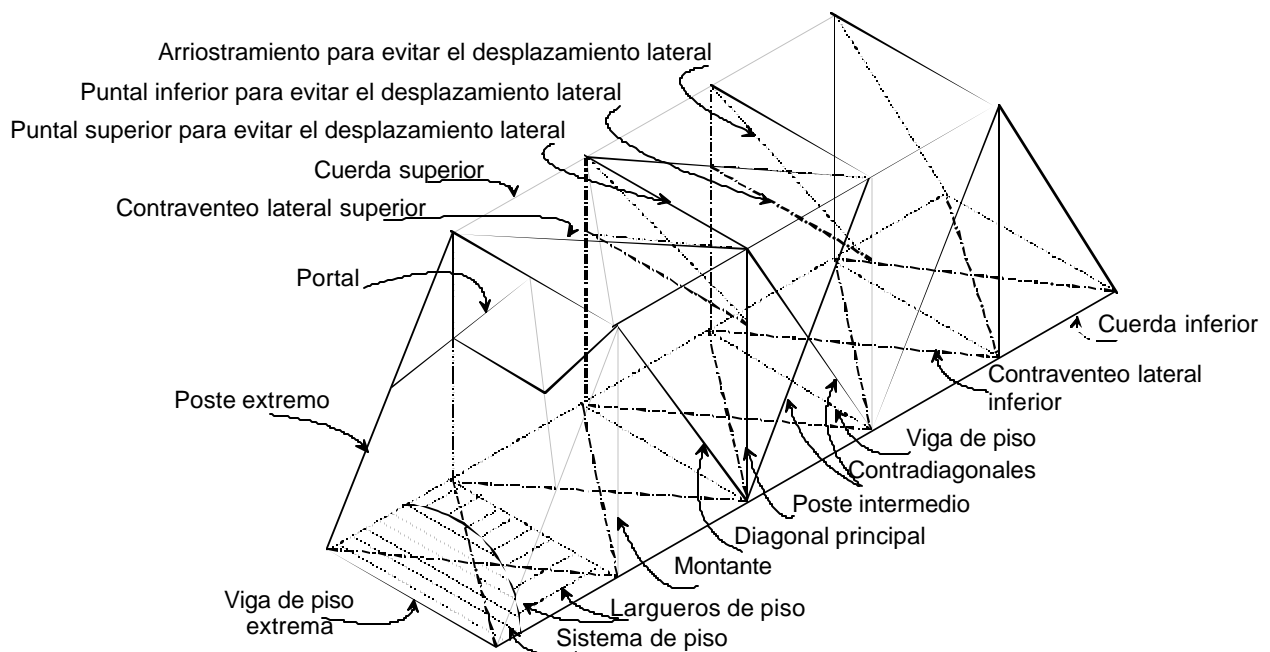
El mismo caso anterior, solo que apoyado sobre armadura de metal, son convenientes para cubrir luces mayores, resultan relativamente más livianos y más prácticas de armarse, Las hay de diferentes tipos, entre otras: Tipo Warren de paso inferior y superior, tipo Pratt, tipo K y Pettit con algunas variantes.



Para ambos casos la estructura del piso, normalmente está integrada por una armadura base, conformada con vigas transversales y largueros, que pueden ser diferente perfil laminado, ya sea sección I , angular L ,sección H , etc. y con diferente tipo de fijación de los largueros a las vigas transversales y éstas apoyadas a las vigas de alma llena principales o el



cordón superior o inferior de las armaduras, encargadas de cubrir el claro entre las estructuras de apoyo del puente, El piso o placa de rodadura del puente puede estar constituido por una plancha de metal únicamente, con textura de metal , o con alguna capa protectora de asfalto o concreto, que debe tener buen drenaje; o bien, puede ser un enrejado de barras de acero directamente.



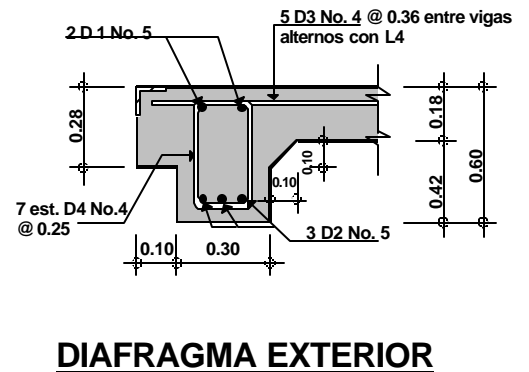
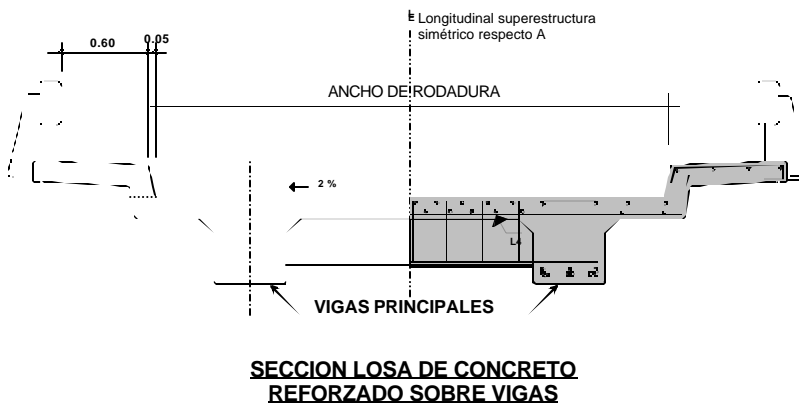
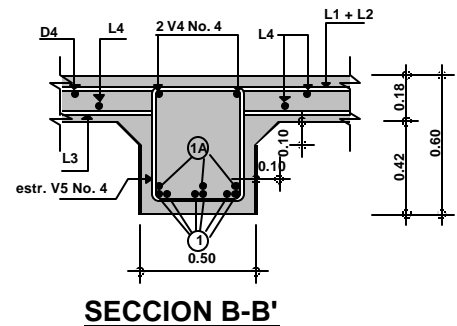
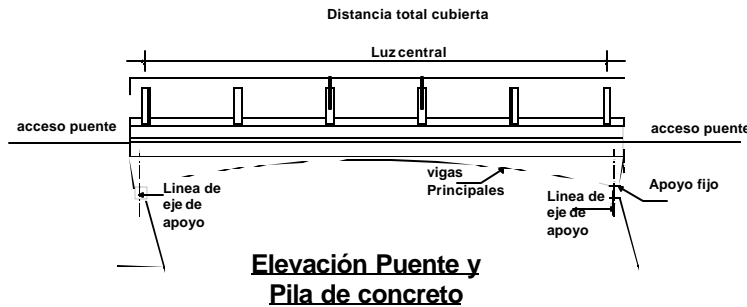
Armazón de un puente de acero de paso interior típico para carretera

4. BARANDALES, ACERAS, BORDILLOS DE SEGURIDAD Y SALIDAS DE DRENAJE

Son renglones de obra secundaria en las superestructura de un puente, pero no por ello menos importante de atender.

- a. **Los barandales y las aceras:** tienen la función de ofrecer seguridad a los peatones.
- b. **Los bordillos de seguridad, mordientes o guardarruedas:** tienen la función de ofrecer seguridad a los vehículos, sirviendo de tope a las llantas
- c. **Las salidas de drenaje:** tienen como finalidad descargar al exterior del puente, el agua que caiga o tienda a depositarse en el piso.

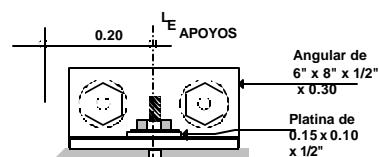
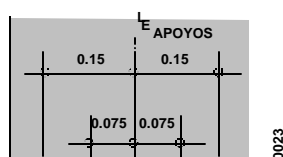
Todas éstas estructuras auxiliares, normalmente se diseñan con el mismo tipo y material del resto de la superestructura, incluyéndose en los planos el diseño y detalles correspondientes.



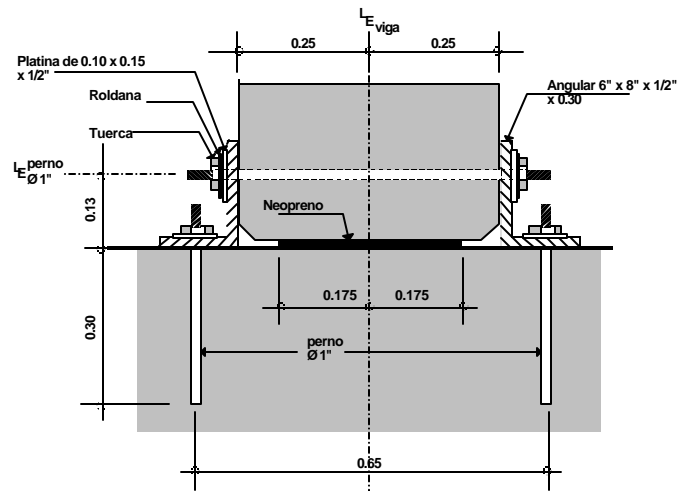
5. DIFERENTES TIPOS DE APOYOS DE LAS SUPERESTRUCTURAS

Es muy importante, el tipo de apoyo diseñado para cada uno de los lados de la superestructura, son necesarios para permitir por un lado, el anclaje de la superestructura a los apoyos y a la vez la libertad de desplazamiento, **al menos en un extremo**; para absorber los efectos de dilatación y deformaciones, provocadas por diferentes cargas, fuerzas horizontales o por temperatura. Existen diferentes tipos de apoyos: fijos o empotrados, articulados y de expansión.

- Los apoyos fijos o empotrados:** son más usuales para superestructuras de concreto reforzado, limitan todo tipo de movimiento, y provocan reacciones en la estructura de apoyo.
- Los apoyos articulados:** permiten la rotación del extremo de los miembros de la superestructura que llegan al apoyo, son más usuales en estructuras de metal.



c. Los apoyos de expansión, son de dos tipos: de junta deslizante y de junta rodante, los primeros se usan para puentes de superestructuras cortas, especialmente utilizando una placa intermedia de diferente material que puede ser de bronce, aleación de cobre, plomo, o puede ser una almohadilla de caucho y fibra de algodón, en algunos casos de neopreno entre metal. Los segundos utilizan rodillos para garantizar la expansión libre de los apoyos; ambos se utilizan en superestructuras de concreto o de metal.



Alzado
Detalle de Apoyos

6. SUPERVISION DE PUENTES Y OBRAS SIMILARES

1. SUPERVISION DE PUENTES, BOVEDAS, CAJAS, COPANTES Y VADOS

La supervisión de estas obras se considera similar, puesto que prácticamente cuentan con los mismos componentes o etapas de construcción, por lo que se unifica su desarrollo.

1.1 SUPERVISION DEL TRAZO

Para el trazo de cualquiera de las obras se debe considerar lo siguiente:

- Que se haya seleccionado el mejor lugar para su localización y ubicación, siendo preeminente la instalación de estas obras a la del propio camino; debiéndose desplazar de ser necesario el camino hacia el lugar más cercano, pero conveniente para la localización de la obra de arte
- Que se haya desviado en forma efectiva y segura el caudal del río, para garantizar el trabajo en uno o varios de los apoyos de la estructura de cimentación.
- Que el trazo responda a la ubicación, orientación y la planta de cimentación indicadas en los planos, incluyendo sus medidas y detalles correspondientes.

2. SUB ESTRUCTURAS

2.1 SUPERVISION DE CIMENTACION

Se debe comprobar lo siguiente:

- Resulta básico y muy importante el nivel de cimentación o apoyo de la estructura. Siempre debe cimentarse sobre roca; jamás, se debe cimentar las obras de este tipo sobre suelo granular, arenoso y mucho menos limoso o arcilloso, porque la corriente de los ríos causan socavación, es decir la remoción de estos suelos, provocando el asentamiento de las estructuras, con las fatales consecuencias para las mismas, sobretodo cuando se presentan fuertes crecidas de los ríos, a menos que se garantice que el agua nunca va a llegar al nivel de cimentación seleccionado.
- Que las medidas de las formaletas para las estructuras de cimentación, respondan a lo indicado en los planos respectivos, guardando el nivel, plomo, escuadra o la inclinación cuando corresponda.
- La armadura de todo el refuerzo, esté conforme el dibujo, calibres y longitudes indicados en los planos.
- Que el material para el concreto y su proporción de mezcla, cumpla con las especificaciones para cada obra.
- Que la fundición del concreto, se haga atendiendo las recomendaciones dadas para el mismo, en el punto de Supervisión de Muros del capítulo de Edificaciones.

3. SUPERVISION DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE CONCRETO REFORZADO O CONCRETO CICLOPEO

3.1 SUPERVISION DE PILAS, ESTRIBOS, CAJAS Y ARCOS

Para la supervisión de las estructuras de soporte de concreto reforzado o concreto ciclópeo, como pilas, estribos y arcos, se debe verificar:

- Los mismos aspectos considerados para la Supervisión de Cimentación, anterior.

4. ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE METAL

4.1 SUPERVISION DE ARCOS DE LAMINA CORRUGADA

La supervisión de este tipo de obra, se concreta especialmente a lo siguiente:

- Determinar la instalación correcta de las diferentes planchas de lámina corrugada, en perfecta alineación, el traslape paralelo y aseguradas con el número completo de pernos indicados.
- Aunque el material es bastante resistente a la corrosión, siempre es conveniente requerir la aplicación de un protector más, que puede ser algunas manos de pintura anticorrosiva o un producto bituminoso.
- Lo más importante de verificar en este tipo de obra, es que se haga un relleno por capas simétrico, con material libre de partículas grandes y de igual grado de compactación a ambos lados de la bóveda, y también en forma simétrica longitudinalmente; a efecto, de no crearle presiones desiguales que provoquen su deformación.

5. SUPERVISION DE SUPERESTRUCTURAS PARA PUENTES Y COPANTES

5.1 DE CONCRETO REFORZADO:

a) SUPERVISION DE LOSAS PLANAS Y LOSAS APOYADAS SOBRE VIGAS

Para ambos tipos de losas se debe atender lo siguiente:

- La seguridad de la formaleta o encofrado de madera para la losa. Para el efecto, verificar sobretodo los parales de la misma; las dimensiones de su sección, no menor de 3"x 3"; apoyados firmemente sobre polines (piezas de madera no menores de 2"x 4") bien seguras sobre el suelo, sin riesgo de hundimiento); a una separación máxima de unos 90 cm. centro a centro; debidamente rigidizados con breizas horizontales e inclinadas (piezas de madera de 2"x 3") formando triángulos verticales como única figura rígida, en la dirección longitudinal y transversal del puente.
- Que la construcción de la formaleta, esté hecha de conformidad con la forma y dimensiones exactas de la losa y sus elementos indicadas en los planos; que la madera sea de buena calidad y esté libre de rajaduras, grietas, agujeros, nudos o cualquier otro defecto; de preferencia debe estar cepillada la que va estar en contacto con el concreto, y se haya previsto el biselado de las aristas de las vigas y otros elementos; el encofrado no tiene que tener aberturas por donde se fugue el concreto o el agua con cemento.
- Comprobar en forma muy detallada y cuidadosa, el tipo y la colocación precisa de todo el refuerzo de acero, determinando su calidad, diámetro, dobleces, separación, recubrimiento, traslapes, amarres, la medida y separación de estribos, la correcta conformación de las diferentes camas de refuerzo de las losas y vigas, el diámetro, separación y longitudes de los bastones, etc. Debiéndose ordenar la corrección inmediata, de cualquier error que se detecte en el armado del refuerzo.

- Comprobar la calidad y cantidad de los agregados pedrín y arena de río disponibles para la fundición de la losa, igualmente la cantidad de cemento, y la disponibilidad de agua, mano de obra, equipo y el andamiaje, que se haga necesario para facilitar la labor. Conforme especificaciones, comprobar las proporciones de la mezcla de concreto requerida. Para las losas apoyadas sobre vigas, la fundición debe ser monolítica; es decir que se debe fundir junto con las vigas longitudinales y transversales, y el avance de la fundición debe ser en franjas longitudinales angostas, de un extremo a otro; para que el concreto colocado no alcance su fraguado inicial, antes de que se funda la siguiente franja. Además se debe utilizar vibradores de concreto, para garantizar un buen llenado del encofrado y una fundición sin vacíos y más resistente.
- Verificar el curado de la fundición; debiéndose tener sobre la misma, agua reposada por un tiempo mínimo de 7 días, siendo conveniente que durante ese tiempo no se quite la formaleta de los laterales de losa y vigas, a efecto de contribuir al curado del concreto. La formaleta que soporta la losa y las vigas, no se deberá quitar hasta transcurridos 14 días como mínimo y mejor aún si es a los 21 días.

5.2 DE CONCRETO PREESFORZADO:

a) SUPERVISION DE SUPERESTRUCTURAS CONFORMADAS DE VIGAS, Y DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS PREFABRICADAS

Independientemente de que se trate de losas conformadas con vigas preesforzadas únicamente o de losas apoyadas sobre viguetas preesforzadas y elementos prefabricados, se debe considerar lo siguiente:

- Este tipo de losas teóricamente no necesita formaleta; sin embargo las primeras, cuando no existe oportunidad de que se monten con maquinaria, por condiciones del lugar u otro motivo, se hace necesario construir un andamiaje o formaleta simple para lanzarlas a través de él. Y en el caso de las segundas, siempre se requiere de una formaleta sencilla para poder armarlas con facilidad. La supervisión, debe hacerse atendiendo lo que resulte aplicable de lo planteado para formaletas, en el punto anterior.
- Si por alguna razón, no es posible montar las vigas con maquinaria y se hace necesario lanzarlas, se debe corroborar la seguridad del andamiaje de la formaleta a través de un buen embreizado, sobretodo en diagonal, para evitar accidentes y se pueden utilizar cilindros de metal para el corrimiento de las vigas. Igualmente, comprobar los detalles de anclaje y empotramiento de los diferentes elementos prefabricados, de acuerdo a esquemas y especificaciones del fabricante.
- Cuando las vigas en sección T, estén en su posición de acuerdo a los planos; comprobar la correcta colocación del refuerzo de la losa superior de concreto reforzado a fundir sobre las vigas, atendiendo lo indicado en el punto anterior para el refuerzo, que sea aplicable e indicaciones del fabricante. Para el caso de la segunda losa, comprobar primero la correcta colocación de las bovedillas y del refuerzo adicional que lleva, como bastones y varillas complementarias, de acuerdo a planos y especificaciones del fabricante, y luego proceder en igual forma con el refuerzo de la losa superior.
- Enseguida, se deberá atender lo relacionado con la fundición de la losa superior en cada caso, y el curado de la misma, en igual forma como se indicó para las losas de concreto reforzado, en el punto anterior.

5.3 DE MADERA:

a) SUPERVISION DE SUPERESTRUCTURA CON PISO SOBRE VIGAS

Para el caso de una superestructura de madera apoyada sobre vigas, que pueden ser de madera, concreto o acero, se procede de la manera siguiente:

- Comprobar primero la correcta construcción, colocación y medidas de las vigas de apoyo, de conformidad con el tipo de material, los planos y especificaciones correspondientes, sobre las que se habrá de montar el piso de la superestructura.
- Verificar el correcto y seguro montaje de las piezas de madera transversales y longitudinales del piso del puente, conforme planos y detalles correspondientes, incluyendo las piezas de las carrileras para el paso de llantas de vehículos, piezas guardarruedas, etc.; comprobando medidas, alineación, escuadra, nivel, etc.; así como el tipo de apoyo y fijación, verificando piezas de anclaje, pernos, clavos, etc.

5.4 DE METAL:

a) SUPERVISION DE SUPERESTRUCTURAS CON PISO SOBRE VIGAS DE ALMA LLENA O SOBRE ARMADURA

Para el caso de una superestructura de metal apoyada sobre vigas de alma llena o una armadura de metal, se debe considerar lo siguiente:

- La correcta construcción y colocación de las vigas o armaduras de apoyo; comprobando las secciones de los perfiles del acero, las medidas de cada una de sus piezas; el sistema de unión de las mismas, ya sea a través de soldadura o por medio de pernos o remaches; en el primer caso, se deberá revisar las medidas de los cordones de soldadura y el segundo, la ubicación, diámetro y cantidad de pernos o remaches de acuerdo a los planos y detalles correspondientes.
- El correcto y seguro montaje de todas las piezas del piso, que se detallan en la descripción de este tipo de superestructuras de metal, incluyendo las alternativas de fijación de las piezas y la plancha del piso. Atendiendo en todo momento, el diseño del plano con todos los detalles y especificaciones.

6. SUPERVISION DE BARANDALES, ACERAS, BORDILLOS DE SEGURIDAD Y SALIDAS DE DRENAJE

La supervisión de estas obras complementarias requiere:

- De acuerdo al tipo y material con que fueron diseñados, se debe hacer la comprobación de que efectivamente están contruidos con seguridad y de conformidad con los planos, detalles y especificaciones, verificando medidas y secciones de sus elementos integrantes, detalles de juntas o interconexión, elementos de fijación como soldaduras, pernos, tornillos, clavos, armadura, etc., que dependerá del material de que están contruidos.
- Verificación de la correcta aplicación del tipo y características de los acabados, establecidos en planos y especificaciones

7. SUPERVISION DE APOYOS DE SUPERESTRUCTURAS

La supervisión de los apoyos de las superestructuras conlleva:

- La comprobación del tipo de apoyo a utilizar en cada lado de la estructura, y la correcta instalación de cada uno de acuerdo a los planos y detalles.

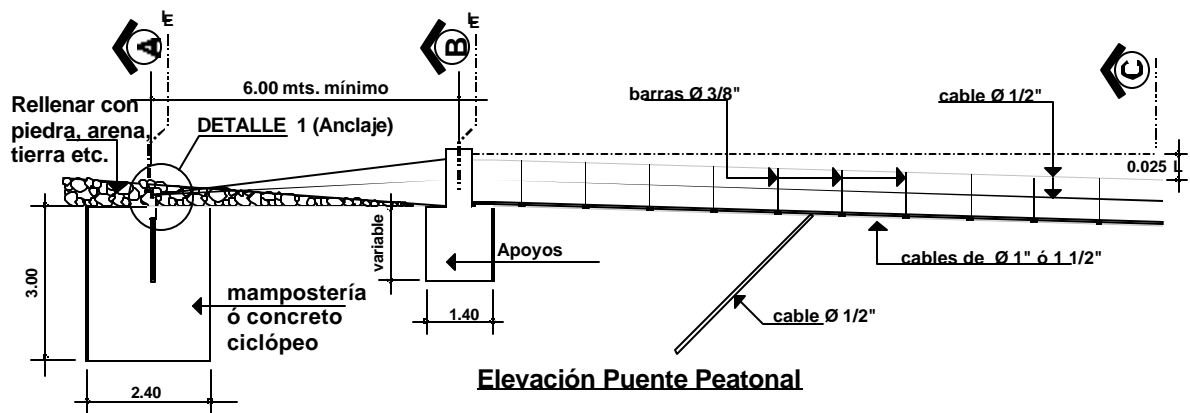
7. GUIA RAPIDA PARA LA SUPERVISION DE PUENTES Y OBRAS SIMILARES

<p>1. PUENTES, BOVEDAS, CAJAS, COPANTES, VADOS Y BADENES</p> <p>1.1 TRAZO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Selección de localización y ubicación Desvío efectivo seguro del caudal Trazo de planta de cimentación indicado en planos</p>	<p>2. SUB ESTRUCTURA</p> <p>2.1 CIMENTACION</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Nivel de cimentación de la estructura Medida de formaleta conforme planos Armaduría de todo el refuerzo conforme planos Materiales y proporción para el concreto conforme especificaciones Fundición del concreto atendiendo recomendaciones para supervisión de Muros en el Capítulo correspondiente.</p>	<p>3. ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE CONCRETO REFORZADO O CONCRETO CICLOPEO</p> <p>3.1 PILAS, ESTRIBOS, CAJAS Y ARCOS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Lo indicado para la supervisión de cimentación</p>
<p>4 ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE METAL</p> <p>4.1 ARCOS DE LAMINA CORRUGADA</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Instalación correcta de planchas Conveniencia de un protector más Relleno por capas simétrico</p>	<p>5. SUPERESTRUCTURAS PARA PUENTES Y COPANTES</p> <p>5.1 DE CONCRETO REFORZADO</p> <p>a) LOSAS PLANAS Y LOSAS APOYADAS SOBRE VIGAS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Seguridad de construcción de andamiaje y formaleta para losa Forma y dimensiones de formaleta como indican los planos Tipo y colocación precisa del refuerzo Calidad y proporción de los agregados del concreto Curado del concreto en la fundición de losa</p>	<p>5.2 DE CONCRETO PREEFORZADO</p> <p>a) SUPERESTRUTURAS CONFORMADAS DE VIGAS, Y DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS PREFABRICADAS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Formaleta más sencilla pero segura Andamiaje de formaleta embreizado para lanzamiento de vigas Para vigas T, colocación del refuerzo de la losa superior Para losa de bovedillas, correcta colocación de bovedillas y refuerzo adicional La fundición de losa superior y su curado</p>

<p>5.3 DE MADERA</p> <p>a) SUPERESTRUCTURA CON PISO SOBRE VIGAS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Vigas de apoyo conforme planos y especificaciones Montaje de piezas transversales y longitudinales conforme planos y detalles</p>	<p>5.4 DE METAL</p> <p>a) SUPERESTRUCTURAS CON PISO SOBRE VIGAS DE ALMA LLENA O SOBRE ARMADURA</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Correcta construcción y colocación de vigas o armaduras de apoyo Montaje de todas las piezas del piso</p>	<p>6. BARANDALES, ACERAS, BORDILLOS DE SEGURIDAD Y SALIDAS DE DRENAJE</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Construidos con seguridad y conforme planos y especificaciones Aplicación de los acabados establecidos en planos y especificaciones</p>
<p>7. APOYOS DE SUPERESTRUCTURAS</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Tipo de apoyo y correcta instalación</p>		

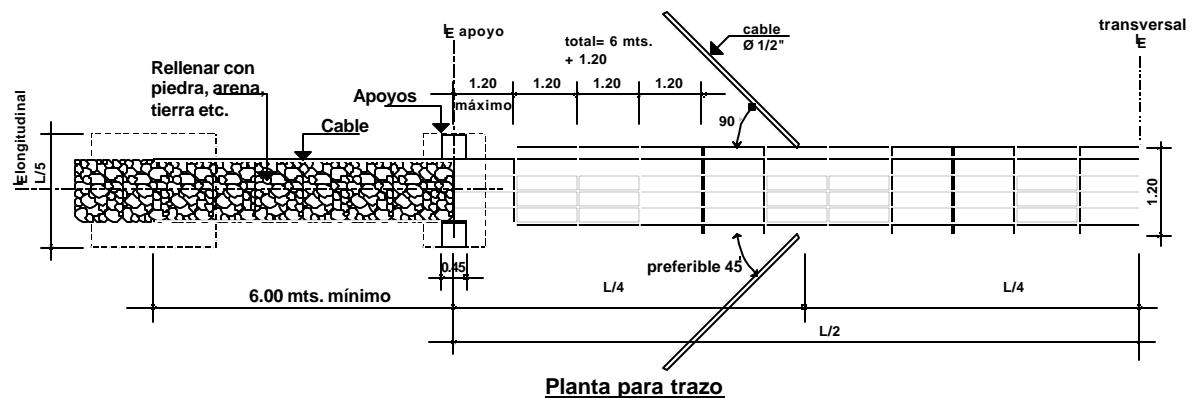
VIII. PUENTES PEATONALES COLGANTES

Este tipo de obra se hace necesario, cuando no es posible diseñar y construir un puente vehicular para salvar una depresión del terreno o el paso de un río; por diversas circunstancias, como la falta de financiamiento, una longitud muy grande a salvar, costo elevado, falta del camino que justifique el puente vehicular, etc. Un proyecto de puente peatonal colgante en forma muy similar a los puentes vehiculares, cuenta con los siguientes componentes: **Trazo**; **subestructura** que incluye **cimentación**, **estructuras de soporte**; **superestructura** que comprende **piso**, **baranda**, **cableado** y **anclajes**.



1. TRAZO

El trazo comprende los trabajos topográficos necesarios en planta y altimetría, para ubicar las bases o estructuras de cimentación del puente, en el punto seleccionado de acuerdo a los planos del diseño.



2. SUBESTRUCTURA

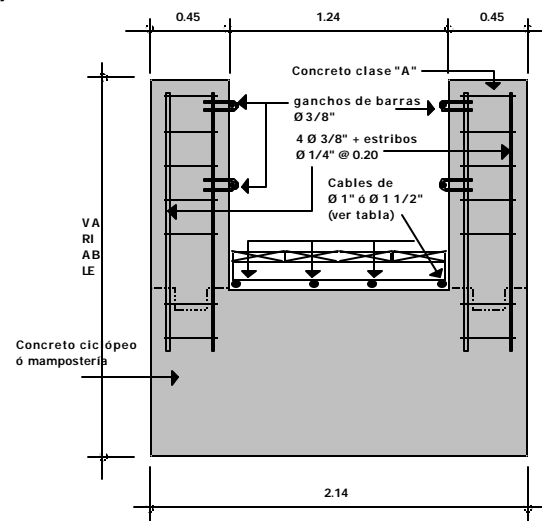
Es la parte del puente colgante que queda por debajo del suelo y del nivel de apoyo de la superestructura

2.1 CIMENTACION (MUERTOS O DURMIENTES)

Normalmente está constituida por una losa de concreto reforzado, que sirve de apoyo a las dos columnas o pilares principales de soporte, o bien son cimientos individuales. Siempre deben estar asentadas sobre roca, o tierra firme pero libre del alcance del nivel del agua, aún para las máximas crecidas.

2.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE (TORRES)

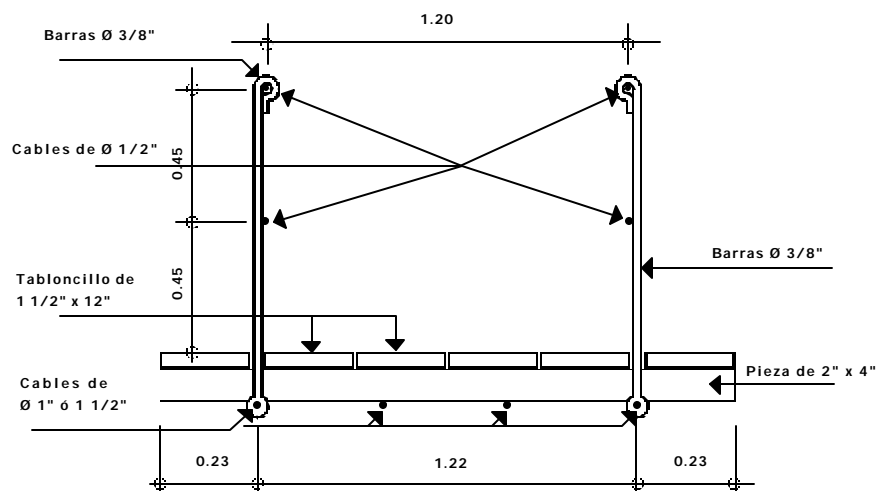
Están constituidas por las columnas o pilares de soporte de la superestructura del puente, conformadas a base de concreto reforzado, normalmente unidas entre sí por varias vigas de refuerzo también de concreto reforzado. Constituyen los elementos encargados de transmitir las cargas de la superestructura a la cimentación correspondiente.



3. SUPERESTRUCTURA: Es la parte superior del puente, constituida por el piso, la baranda, el cableado y los anclajes.

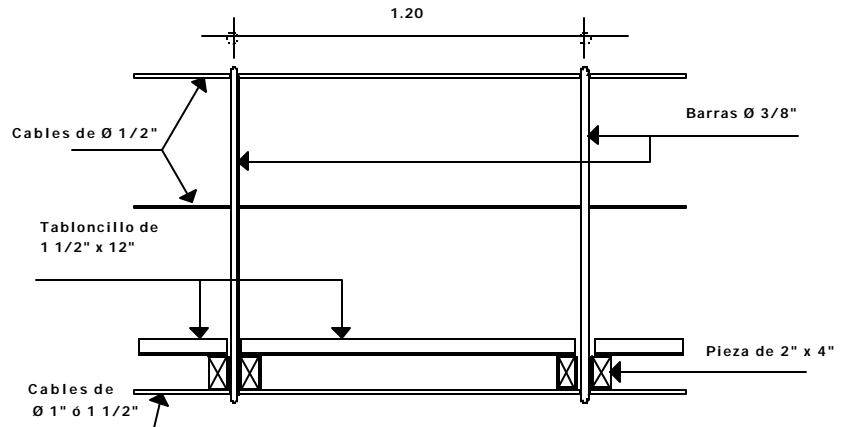
3.1 PISO

El piso normalmente está constituido por tablas de madera apoyada sobre los cables; sin embargo es recomendable que las tablas se coloquen en forma longitudinal apoyadas sobre viguetas de madera, constituyendo tarimas, que deben apoyarse y asegurarse sobre los cables, buscando que tenga más estabilidad en la dirección longitudinal. Para la dirección transversal, el rigidizante se logra por medio de cables tensores laterales adicionales, que partiendo de la cuarta parte de la luz del puente, se anclan a ambas orillas del río.



3.2 BARANDA

Está constituida básicamente, por los propios cables superiores, uno o dos cables intermedios y las péndolas ancladas a todos los cables, incluyendo los inferiores que cargan el piso; resulta muy conveniente proteger el paso de los peatones, agregando malla de alambre galvanizado, asegurada a los elementos del barandal.



Elevación

3.3 CABLES Y ACCESORIOS DE FIJACIÓN

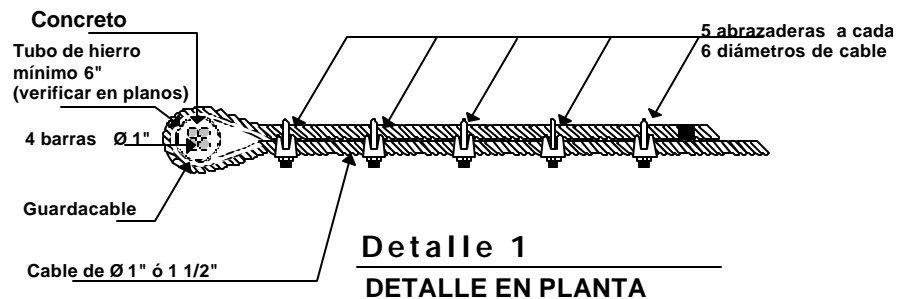
Los cables de acero a utilizar en este tipo de puente, deben ser de alma de acero y del diámetro y longitud especificados, en la cantidad requerida de acuerdo al diseño y planos; y para ello se presenta una tabla de referencia, que detalla el número y diámetro de cables según longitud del puente. Debe especificarse, igualmente, la cantidad y los tipos de accesorios de fijación.

Número de cables a usar

Usando Ø 1"		Usando Ø 1 1/2"	
No. cables	Long. Max.	No. cables	Long. Max.
2	17 metros	2	41 metros
3	26 metros	3	77 metros
4	35 metros	4	112 metros
5	50 metros	5	148 metros
6	67 metros		
7	83 metros		

3.4 ANCLAJES

Son estructuras masivas de concreto ciclópeo únicamente, o combinado con concreto reforzado que garantizan la sostenibilidad de los cables de acero en ambos extremos del puente.



4. SUPERVISION DE PUENTES COLGANTES

1. TRAZO

Para el trazo de un puente de este tipo se debe considerar lo siguiente:

- Que se haya seleccionado el mejor lugar para su localización, ubicación y nivel, en terreno sólido de preferencia roca, y libre por completo de la posibilidad de ser alcanzado por el caudal del río en cualquier momento.
- Que el trazo responda a la planta de cimentación indicada en los planos, incluyendo sus medidas y detalles.

2. SUB ESTRUCTURAS

2.1 CIMENTACION

Se debe comprobar lo siguiente:

- Las dimensiones y forma de la estructura de cimentación debe responder a lo diseñado en los planos.

Cuando el tipo de cimentación incluya concreto reforzado se deberá comprobar:

- Las dimensiones, ubicación, dobleces, traslapes, recubrimiento y en forma general del refuerzo.
- Que las medidas y forma de la formaleta también respondan a los planos, guardando nivel, plomo, escuadra, hilo de alineación, etc.
- Que el material para el concreto y su proporción, cumpla con los aspectos citados en el punto de Supervisión de Muros en el Capítulo de Edificaciones
- En el caso que se trate de concreto ciclópeo, que la piedra este lo mejor unida con concreto y piedra de menor tamaño a fin de eliminar todos los vacíos.

2.2 ESTRUCTURAS DE SOPORTE O PILAS DE CONCRETO REFORZADO DEL PUENTE

Para la supervisión de estas estructuras, se debe verificar lo mismo que para la supervisión de la cimentación.

3. SUPERESTRUCTURA PARA PUENTE COLGANTE

3.1 PISO

Se deberá verificar que:

- Cumpla con el diseño, cantidad, dimensiones y tipo de material especificado en los planos y especificaciones.
- Se cumpla con el sistema de fijación de las piezas de madera y las tarimas a los cables de suspensión, utilizando el tipo y cantidad de elementos de fijación especificados.
- Se proteja toda la madera de la estructura del piso de la acción de la intemperie, especialmente la que queda expuesta directamente.
- El piso conformado por tarimas, tenga la mejor estabilidad posible en el sentido longitudinal y transversal.

3.2 BARANDAL

Se debe atender lo siguiente:

- Que los cables que forman parte del barandal, cumplan con la calidad, cantidad y diámetro, indicados en los planos y especificaciones
- Que las péndolas sean de la medida, sección y material indicado en los planos, incluyendo su sistema de fijación, para evitar corrimientos.
- Que la malla de alambre galvanizado sea de la altura, calibre y este bien seguro al cableado y péndolas de la baranda o pasamanos.
- De ser posible, la protección de todos los elementos de la baranda con una o dos manos de pintura anticorrosiva adicional al galvanizado de algunos de ellos.

3.3 CABLES

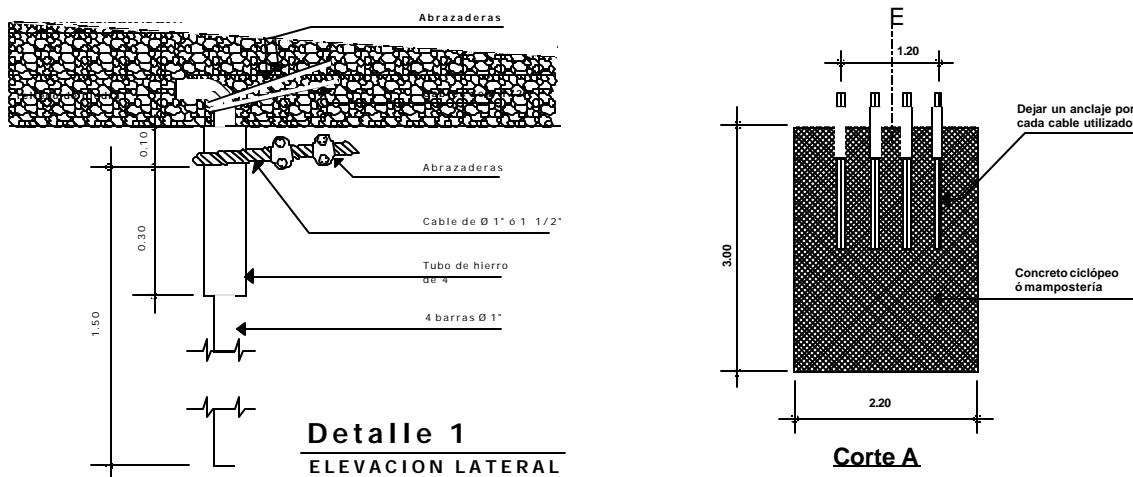
Comprobar lo siguiente:

- Que los cables cumplan con la sección; medida longitudinal, es decir que no debe tener empalmes y además comprobar que el alma del cable sea de acero.
- Las vueltas y anclajes de los cables, debe ser utilizando los accesorios indicados en los planos y especificaciones o del tipo adecuado.
- Los cables deberán estar colocados con la misma tensión, lo que se comprueba si presentan la misma catenaria, es decir igual curvatura para el mismo tipo y sección de cable.
- Cada anclaje y fijación de los cables deberá ser utilizando la cantidad y tipo de accesorio adecuado.
- Que la longitud del cable sea la misma en ambos lados.

3.4 ANCLAJES

Verificar lo mismo que para la cimentación, adicionalmente:

- Comprobar la segura fijación de los accesorios de anclaje.
- Asegurarse de que no exista posibilidad de desplazamiento de los anclajes.



5. GUIA RAPIDA PARA LA SUPERVISION DE PUENTES PEATONALES COLGANTES

<p>1. TRAZO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Lugar de colocación, ubicación y nivel Responda a la planta de cimentación</p>	<p>2. SUBESTRUCTURAS</p> <p>2.1 CIMENTACION</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Forma y dimensiones de la estructura Responda al diseño</p> <p>Cuando incluya concreto reforzado Dimensiones, ubicación recubrimiento y forma en general del refuerzo Forma y medidas de la formaleta Material y proporción para el concreto</p> <p>Si es concreto ciclópeo Que la piedra esté unida con concreto</p>	<p>2.2 ESTRUCTURAS DE SOPORTE O PILAS DE CONCRETO REFORZADO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>(lo mismo que para la cimentación)</p>
<p>3. SUPERESTRUCTURA</p> <p>3.1 PISO</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Cumpla con diseño y material especificado Fijación de madera y cables Protección de madera Conformado por tarimas</p>	<p>3.2 BARANDAL</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Cables del barandal cumplan sección calidad y cantidad Péndolas sean de la sección y material indicado Malla de alambre de las características y esté segura Protección con pintura anticorrosiva</p>	<p>3.3 CABLES</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Cables con la sección especificada y alma de acero Vueltas y anclajes utilizando accesorios especificados Cables con igual tensión Anclajes y fijación utilizando la cantidad y tipo de accesorio indicado</p>
<p>3.4 ANCLAJES</p> <p>¡Recuerda comprobar!</p> <p>Segura fijación de los cables Que no exista posibilidad de desplazamiento de los anclajes</p>		

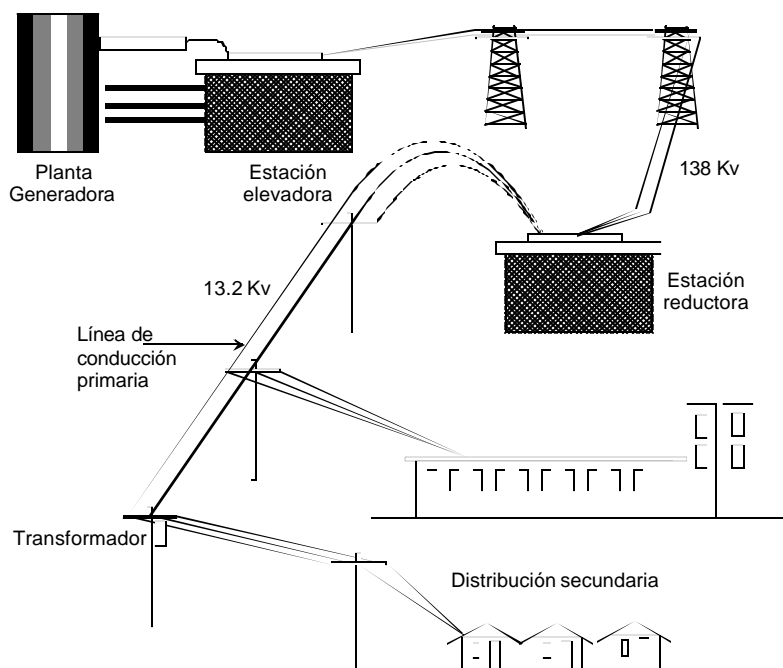
IX. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

1. CONCEPTOS BASICOS

- 1.1 SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA:** Tiene su origen en las centrales generadoras, donde la energía hidráulica, térmica, mecánica, etc. se convierte en energía eléctrica.
- 1.2 ELEVACION DE VOLTAJE DE LA ENERGIA ELECTRICA:** Por razones técnicas, los voltajes de generación son relativamente más bajos en comparación con los voltajes de transmisión. Para poder elevar el voltaje de generación al de transmisión, es necesario una estación elevadora, como se ilustra en la figura del sistema eléctrico.
- 1.3 LINEAS DE TRANSMISION DE ALTO VOLTAJE:** Es el medio de transporte de la energía, desde las centrales generadoras hasta los centros de carga, donde posteriormente se distribuye a los distintos consumidores, a través de líneas de menor voltaje y de las redes de distribución.

1.4 UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA EN BAJO VOLTAJE.

La energía en los voltajes de transmisión no es posible emplearla en instalaciones industriales y aún menos en comerciales y residenciales. Es necesario convertir los voltajes de transmisión a otros más bajos de subtransmisión y distribución, de conveniencia para los centros de consumo. Por tal razón, es necesario emplear otra subestación eléctrica receptora-reductora y finalmente las subestaciones distribuidoras o transformadores.

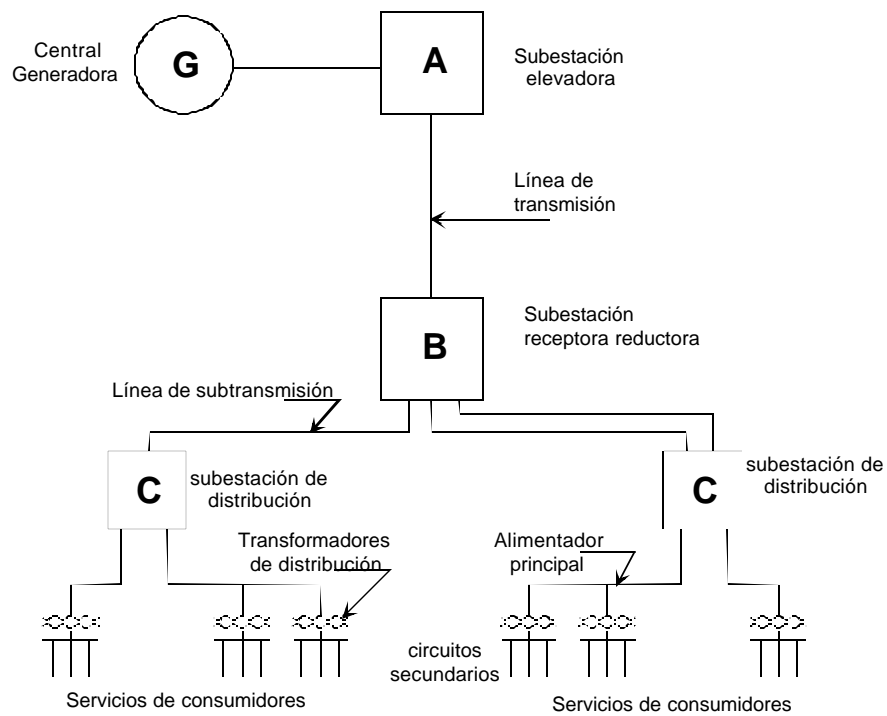


Sistema eléctrico

2. NORMALIZACIÓN DE VOLTAJES

Esta abarca los campos de: a) la generación, b) transmisión y c) La utilización de la energía eléctrica. Según el Comité Regional de Normas Eléctricas (CRNE), los voltajes normados en Guatemala son los siguientes:

TRANSMISION	SUB TRANSMISION	DISTRIBUCION PRIMARIA	DISTRIBUCION SECUNDARIA
Kv	Kv	V	V
230	69	2,400 / 4,160 en Y	120 1 Fase 2 Hilos
138	46	7,220 / 13,200 en Y	120 / 240 1 Fase 3 Hilos
115		14,400 / 24,940 en Y	120 / 208 en Y 3 Fases 4 Hilos
		19,920 / 34,500 en Y	120 / 208 3 Fases 3 Hilos
			240 3 Fases 3 o 4 Hilos

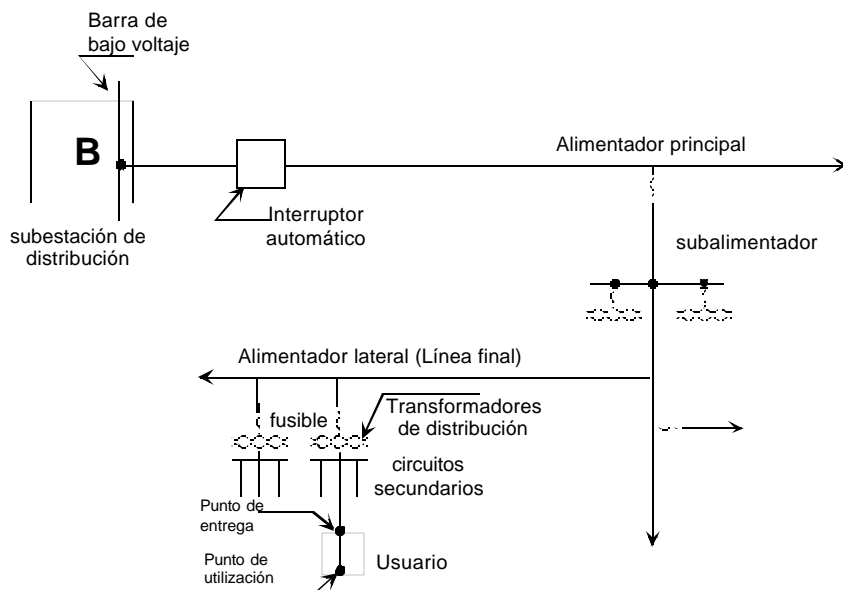


Sistema eléctrico de potencia

3. DESCRIPCION DE UN SISTEMA ELECTRICO DE DISTRIBUCION

Un sistema de distribución está formado por las líneas y redes de distribución, que se inician en las barras de baja tensión eléctrica de la estación distribuidora y termina en el punto de suministro al consumidor. **La función principal del sistema de distribución** es recibir la energía eléctrica de las subestaciones de distribución y conducirla a los consumidores, a niveles de voltajes que se adapten a los distintos tipos de usuarios.

La efectividad con que cumple su función, se mide en términos de: a) regulación de voltaje, b) continuidad del servicio, c) eficiencia y d) costo de operación.



Sistema de distribución radial

3.1 ELEMENTOS MAS IMPORTANTES DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO

3.1.1 SUBESTACION DE DISTRIBUCION. Comprende: Las obras civiles y los equipos electromagnéticos correspondientes. Su función primordial es reducir el voltaje de subtransmisión a un rango comprendido entre 4.16 Kv. a 34.5 Kv.

3.1.2 DIVISION DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO. Se divide en sistema primario y sistema secundario.

Sistema de Distribución Primario: Está formado por las líneas de distribución primaria, con sus equipos de protección; se inicia, en la subestación distribuidora y suministran energía a los transformadores de distribución.

Sistema de Distribución Secundario: Este sistema es también llamado Red de Distribución Secundaria, está formada por las líneas de distribución y las acometidas, se inicia en el transformador de distribución y suministran energía al punto de entrada al consumidor, a baja tensión normalmente 120 / 240 voltios; el consumidor es quien utiliza la energía eléctrica.

3.1.3 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION: Estos generalmente están dentro de un rango de 5 a 2,500 Kva y pueden ser instalados en postes, plataformas y bóvedas. Reducen el voltaje del sistema primario a utilización del sistema secundario (120/240 V).

4. SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO

Comprende los conductores de energía que operan en el voltaje entregado por las subestaciones de distribución, (13.8 / 7.6) KV o (34.5 / 19.9) Kv . Alimentan la carga de un área geográfica bien definida y está formado por sus conductores, aisladores, protecciones y accesorios que permiten dicha distribución primaria.

Las líneas de distribución primaria se clasifican en: alimentadores principales (troncales), subalimentadores (ramales) y alimentadores laterales (lineales finales).

4.1 ALIMENTADORES PRINCIPALES (TRONCALES)

Son las líneas trifásicas de distribución primaria, que partiendo en forma radial de la estación de distribución, transportan la energía eléctrica a los subalimentadores: ramales y/o los transformadores de distribución.

4.2 SUBALIMENTADORES (RAMALES)

Son las líneas de distribución primaria trifásicas o monofásicas, que partiendo en forma radial de un alimentador principal, conducen la energía eléctrica a los alimentadores laterales (líneas finales) y/o a transformadores de distribución.

4.3 ALIMENTADORES LATERALES (LINEAS FINALES)

Son las líneas de distribución primaria monofásicas, que partiendo en forma radial de un subalimentador, llevan la energía eléctrica a los transformadores de distribución.

5. ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA LINEA DE DISTRIBUCION PRIMARIA O SECUNDARIA

Una línea de distribución en general, ya sea primaria o secundaria, está conformada por: cables y soportes.

Los cables se clasifican en: a) Conductores y b) Cables de protección o guarda

Los soportes los constituyen: a) Aisladores, herrajes y accesorios, b) Postes y torres y c) Transformadores.

5.1 CABLES CONDUCTORES

Son los cuerpos constituidos de buen material conductor, que pueden ser utilizados para el transporte de una corriente eléctrica. En ingeniería, un conductor eléctrico implica siempre material de alta conductividad.

5.2 CABLES DE PROTECCION O GUARDA

Son los cables que evitan la acción directa de las descargas atmosféricas sobre los cables conductores, que pueden ocasionarle desperfectos e interrumpir el servicio del fluido eléctrico. La instalación de estos cables se efectúa arriba de los conductores, a manera de formar una pantalla protectora. Cuando las estructuras de soporte son torres de metal, se conectan a tierra por medio del propio material de su estructura y cimentación, debiéndose reforzar la conductividad eléctrica con mallas de conductores de cobre y barras de cobre, instaladas en las proximidades de la cimentación; esto permite que las descargas atmosféricas sean captadas por los cables de guarda, y sean enviadas a tierra por medio de la torre, los conductores de cobre y las propias barras de cobre.

En lo que se refiere a postes de concreto y de madera, estas descargas recibidas por el cable de guarda son transmitidas directamente por cables de cobre u otro conductor que las transmite directamente a tierra y que son instalados precisamente para ese fin. Cuando se trate de estructuras tipo poste, la pantalla protectora deberá ponerse a tierra el mayor número de veces, dentro de lo económicamente posible y a lo largo de la línea o red de distribución; estas puestas a tierra están normadas por las empresas distribuidoras del fluido eléctrico.

5.3 AISLADORES

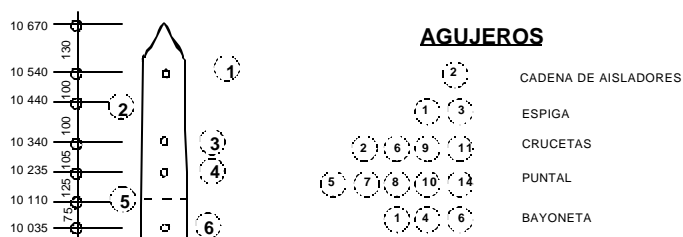
Estos elementos o dispositivos son construidos de un material mal conductor de la electricidad. Se define un aislante como un material de baja conductibilidad, en que el paso de la electricidad por él puede ser despreciado y se denomina corriente de fuga, que puede ser tolerada; determinando la clase de material que se puede utilizar como aislante, la medida se expresa en Megahom-centímetro.

Los aisladores pueden ser del tipo de espiga, de suspensión, carretes y otros más.

Los Aisladores de Suspensión: se consideran normales para su uso en sistemas de distribución de energía eléctrica. Las clases de aisladores de suspensión y cantidades por fase se especifican a continuación:

- a) hasta 13.2 kv - 2 aisladores clase nema 52-1052-9
- b) para 14.4/24.9 kv - 2 aisladores clase nema 52-3052-4
- c) para 19.9/34.5 kv - 3 aisladores clase nema 52-3052-4

En el caso de remates de líneas y en subestaciones distribuidoras bajo condiciones especiales de operación de naturaleza eléctrica o mecánica; tales como cercanías al mar, alto nivel de tormentas, calibres mayores de conductores que impongan esfuerzos anormales en los aisladores, etc.; deberá considerarse estos factores en forma particular, para modificar apropiadamente la norma anterior; por ejemplo, aumentando el nivel de aislamiento, usando cadenas dobles de aisladores, etc.



5.4 ESTRUCTURAS DE SOPORTE

Las estructuras de soporte de los conductores, los herrajes, aisladores, etc., pueden clasificarse en dos grupos: a) postes y b) Torres.

5.4.1 POSTES DE MADERA

Los más empleados son los de pino y ciprés creosotados (tratados con creosota para su preservación) con una vida útil relativa de 10 a 15 años.

5.4.2 POSTES DE CONCRETO

Se construyen de concreto reforzado y tienden a ser cada vez más utilizados por su durabilidad.

5.4.3 TORRES METALICAS

Se utilizan para el tendido de las líneas de alto voltaje de 69 Kv. en adelante, las de mayor aceptación son las de perfiles de acero galvanizado. Permiten ser montadas donde no es muy fácil utilizar postes para construir una estructura tipo H.

5.4.4 LONGITUD Y UTILIZACION DE POSTES EN GENERAL

LONGITUDES		APLICACIONES
6 mts. (20 pies)	8 mts. (25 pies)	Para retenidos de estaca, (en callejones y otras aplicaciones especiales).
9 mts. (30 pies)		Para distribución secundaria y en retenidos de poste a poste.
10 mts.	11 mts. (35 pies)	Para sistemas de distribución secundaria, o primaria y secundaria y en retenidos de poste a poste, por ejemplo en boulevares
12 mts. (40 pies)		Para casos especiales, como luces, sobre vías férreas, carreteras, etc.
14 mts. (45 pies)		

5.4.5 LOCALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE

Las estructuras de soporte normalmente se clasifican según el uso a que se destinen:

- Normales de suspensión en tangentes
- Para ángulos pequeños
- Para ángulos mayores y de anclaje
- Especiales (tramos grandes, etc.)

Para poder usar las distintas estructuras de soporte anteriormente descritas, deben cumplir las normas de acuerdo a su material y a sus dimensiones; como cargas de ruptura que soportan, limitaciones en cuanto a su procedencia, estado, desviaciones, etc. y las normas aplicables en nuestro medio son las de AWPA (American Wood Preservers Association) para postes de madera y ASTM (American Society For Testing Materials) y la norma CRN para postes de concreto.

5.5 CRUCETAS

Se consideran normales para uso en sistemas de distribución de energía eléctrica, hasta 34.5 kv, las crucetas de madera de 2.50 m. (8 pies) y de angular de acero de 2m. (80 pulgadas) de longitud.

5.6 TRAMOS O VANOS

Es la distancia horizontal a lo largo de una línea de conducción, entre una estructura de soporte y otra adyacente.

Flecha: Es la altura entre la línea recta que pasa por dos puntos de sujeción de un conductor, en dos apoyos sucesivos colocados a un mismo nivel y el punto más bajo del conductor.

Los tramos tienen limitaciones, que pueden ser mecánicas y eléctricas.

Limitaciones mecánicas: a) el esfuerzo último que soporta el conductor, b) esfuerzo de ruptura del poste y c) esfuerzo de ruptura de los herrajes.

Limitaciones eléctricas: a) separación del conductor de fase al hilo neutro, b) Separación del conductor de fase a la estructura de soporte, a las retenidas, c) separaciones verticales del conductor al suelo, d) separaciones de conductores de fase.

5.7 CARGAS MECANICAS

Son los esfuerzos mecánicos que tienen que soportar las estructuras, herrajes y los conductores utilizados; estas cargas son producidas por el peso propio de todos los elementos que componen las redes y las producidas principalmente en nuestro medio por la velocidad del viento, que le transmite a las estructuras y conductores, presiones del orden de 30 a 68 Kg/m².

El diseñador y el constructor de redes o líneas de esta clase, tanto primarias como secundarias deberá ceñirse a las holguras mínimas, que se indican en las normas de diseño y construcción de dichas líneas, que se determinan según las zonas donde se construye y el tipo y clases de redes de distribución; tales como áreas que atraviesan vías públicas, vías privadas, áreas de recreación, áreas accesibles a vehículos, peatones, etc.

5.8 RETENIDAS Y ANCLAJES

El anclaje es usado para compensar las cargas (esfuerzos) longitudinales de las líneas (en las estructuras de remate) y los esfuerzos que se generan por las cargas transversales, en las estructuras de ángulo. Las cargas de una estructura en ángulo son generadas por la tensión mecánica del conductor a lo largo de la línea y a la presión del viento aplicada en ángulo recto a los conductores, esto produce una fuerza desbalanceada a lo largo de la bisectriz del ángulo que forman las dos líneas, lo que debe ser balanceado, por medio de un anclaje apropiado.

5.9 ANCLAS

Las anclas tienen que ser de acuerdo al tipo de suelo donde se instalen y de acuerdo a las cargas que soportarán. El ángulo para el montaje de las anclas deberá ser en lo posible 45° y se aceptará como mínimo 30° . Este ángulo se deberá medir entre el poste y el cable del anclaje, la profundidad del ancla está determinada por la longitud de la varilla de anclaje que es de 2.13 m (7 pies) actuando con inclinación y deberá sobresalir una altura vertical de 0.15 m. De estas varillas, hay de varios tipos y algunas de ellas deben usar guardacabos, entre la varilla y el cable que sirve de tensor.

6. ESTRUCTURAS NORMALES

Estructuras para una fase y neutro

- Soporte sencillo de $0-5^\circ$
- Soporte doble de 0 a 30° (para 13.2/ 7.6 kv.)
- Remate
- Remate doble
- Construcción $30^\circ - 60^\circ$
- Construcción $60^\circ - 90^\circ$
- Derivación

Estructuras para dos fases y neutro

- Soporte sencillo $0 - 5^\circ$
- Soporte sencillo con cruceta volada
- Soporte doble de 0 a 5°
- Soporte doble con cruceta volada
- Remate construcción horizontal
- Remate construcción vertical
- Remate doble construcción horizontal
- Remate doble construcción horizontal de 60° a 90° para 13,217.6 kv.
- Remate doble construcción en cruceta volada de 0 a 30°
- Construcción vertical de 30° a 60°
- Construcción vertical de 60° a 90°
- Derivación

Estructuras para tres fases

- Soporte sencillo de 0 a 5° construcción triangular
- Soporte sencillo de 0 a 5° construcción horizontal
- Soporte sencillo de 0 a 5° construcción en cruceta volada
- Soporte doble de 0 a 5° construcción triángulo para 13.2/7.6 kv
- Soporte doble de 0 a 5° construcción horizontal
- Soporte doble de 0 a 5° construcción en cruceta volada
- Remate construcción horizontal
- Remate construcción vertical
- Remate doble construcción horizontal
- Remate doble construcción horizontal de 30° a 60°
- Remate doble construcción en cruceta volada de 0 a 30°
- Construcción vertical de 30° - 60°
- Construcción vertical de 60° a 90°
- Derivación

Bancos de transformadores

- Montaje para un transformador convencional
- Montaje para un transformador autoprotegido
- Montaje para tres transformadores

Retenidas

- Retenida de ancla
- Retenida de pared
- Retenida de estaca y ancla
- Retenida de poste a poste

Seccionalización

- Corta circuitos una línea 13.217.6 kv
- Corta circuitos tres líneas 13.217.6 kv

Tierras

- Bajadas a tierra con varillas
- Bajadas a tierra sin varillas

7. SUPERVISION DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

Para la supervisión de la ejecución de un proyecto de distribución de energía eléctrica es necesario contar con la siguiente información:

- Conocer los diferentes componentes y la correcta utilización de conductores, herrajes, aisladores de protección, tipo de estructura, etc., para poder comprobar en el campo su adecuado empleo e instalación.
- Contar con el plano o la libreta correspondiente al levantamiento topográfico, donde estén las distancias y ángulos del caminamiento por donde pasa la línea o red de distribución del sistema.
- Contar con el Diagrama Unifilar de la red o redes.

Supervisión de la red del sistema:

- Comprobar que los postes en general se estén usando en la longitud y aplicación normal.
- Comprobar que los conductores instalados sean los que están diseñados, información que debe estar en los planos o en las hojas de especificaciones del diseño.
- Verificar que los vanos tengan las longitudes permitidas para cada una de las estructuras en particular.
- Para cada punto en particular de la topografía del sistema, determinar cuidadosamente si la estructura montada es la adecuada; tomando en cuenta sus restricciones, tales como: longitudes permitidas en los vanos, alturas de los conductores con respecto al suelo en los diferentes casos, etc.
- Si el sistema está aterrizado, comprobar que tenga sus derivaciones a tierra según requerimientos de la empresa distribuidora; aunque, normalmente se aterrizan cada dos estructuras de soporte, de conformidad con el requerimiento para dicho aterrizaje.
- Determinar si tiene las debidas protecciones para las descargas atmosféricas.
- Cuando la compañía distribuidora de energía eléctrica requiera medidores de energía de otro tipo para condiciones especiales, tendrán que estar instalados o deberán instalarse. Por ejemplo un medidor del consumo general de una red.
- Se deberá determinar si cuentan con los derechos de paso o de vía, para el tendido de líneas en terrenos particulares.

Supervisión de acometidas domiciliarias:

- Verificar cuántos usuarios están cargados a cada transformador que alimenta la red secundaria, atendiendo las especificaciones que fija la entidad distribuidora de la energía, para cada capacidad del transformador y la máxima distancia permitida para derivar las acometidas a partir de dicho transformador
- Siguiendo la conducción secundaria, se debe comprobar las acometidas domiciliarias derivadas y otras clases de acometida.
- Verificar si todas las acometidas tienen su medidor de consumo de energía (wattímetro)
- Se deberán observar las distancias o longitudes máximas de conductores de acometidas y los calibres mínimos permitidos para cada caso en particular, aspecto regido por la compañía distribuidora de energía en el área.

En general para efectuar una buena supervisión de un sistema de conducción de energía eléctrica, además de tener conocimiento de los componentes y partes del mismo descritos anteriormente, se debe estar actualizado de los requisitos y nuevas especificaciones que fija cada una de las compañías distribuidoras de energía, que están sujetas a modificaciones.

