

Capítulo I. Introducción.

Introducción

El presente documento es un Manual de tipo general para la Fiscalización de la construcción de Carreteras, se anhela que sea una herramienta que sirva tanto a estudiantes, profesores y profesionales en el área de la construcción y específicamente en el área de Fiscalización. Brindará las herramientas necesarias para realizar una fiscalización de carreteras apegada a la legislación vigente y, a aspectos técnicos y económicos. Será una guía que permitirá conocer los distintos alcances y limitaciones que estos tres aspectos presentan a la fiscalización en el Ecuador.

Además este Manual de Fiscalización de Carreteras servirá de guía para proyectos de este tipo en ejecución y que se contraten en el futuro. En este manual se reúnen criterios y experiencias de profesionales en el campo de la fiscalización.

El Manual contiene varios capítulos que abarcan los aspectos que el fiscalizador debe conocer para realizar una buena fiscalización. La consideración de las recomendaciones y el conocimiento sobre los formatos suministrados ayudarán al fiscalizador cumpla eficientemente tanto con el constructor como con el cliente o dueño de la obra. El presente manual debe ser considerado una herramienta para documentar los proyectos de fiscalización de una manera adecuada. Este Manual y su aplicación ayudará en los proyectos de fiscalización tanto de obra pública o privada.

Los principales documentos que debe estudiar el fiscalizador, propios de cada obra, son:

- Términos de Referencia del Concurso de Consultoría para la Fiscalización de la construcción de las Obras a ejecutar.
- Oferta técnica presentada para la Fiscalización y/o Supervisión de la Construcción
- Contrato de Construcción
- Contrato de Fiscalización

- Especificaciones Técnicas

Es de importancia que alumnos, profesores y profesionales den un seguimiento a la aplicación de este manual y una correcta aplicación sea en la parte docente o profesional.

1.1 Alcances

Los alcances que tiene este proyecto son dar a conocer tanto a estudiantes, profesores y profesionales cuales son los procesos, procedimientos y obligaciones que debe tener un fiscalizador al realizar la fiscalización de una carretera. Como se dijo anteriormente, se deben considerar tres aspectos fundamentales que son el aspecto legal, aspecto técnico, y aspecto económico.

Se debe conocer qué dicen exactamente las leyes con respecto a la fiscalización, ya que debemos recordar que se puede dar una fiscalización independiente y otra por parte de una empresa; pública o privada. Qué dice la Contraloría, la Ley de Consultoría, y la Ley de Contratación Pública.

Además debemos conocer muy bien los métodos constructivos y lo normado por el Ministerio de Obras Públicas que es la entidad en la cual cualquier institución se basa para la construcción de carreteras. Dentro de los métodos constructivos el fiscalizador debe tener conocimientos de: hormigones, topografía, suelos, diseño vial, pavimentos, alcantarillado, agua potable, etc. Es decir que el constructor debe revisar el cumplimiento de códigos y métodos constructivos vigentes.

Finalmente debemos conocer el aspecto económico, conocer el monto del contrato, y conjuntamente con el avance de la obra realizar las planillas y autorizar los pagos respectivos. Es importante además que durante el avance de obra se haga una buena inspección para defender la parte económica del cliente que en el caso del fiscalizador, representa al dueño de la obra, sea pública o privada.

1.2 Limitaciones

Las limitaciones que se presentan tienen también que ver con estos tres aspectos ya conocidos. En la parte legal, el fiscalizador solamente deberá cumplir con las obligaciones expresadas en la legislación y el contrato suscrito; no puede alterar las condiciones pactadas entre el cliente y el constructor. Dentro de la parte técnica las especificaciones y normas son las condicionantes que tiene el fiscalizador en la ejecución de sus trabajos en la obra. En el aspecto económico se tienen limitaciones de cumplimientos, cuando el cliente no cumple con el contratista, y la fiscalización no puede ejecutar su mandato por el incumplimiento del cliente, esto ocurre en especial en el pago oportuno de las facturas de construcción.

Es importante que el fiscalizador conozca muy bien cuáles son sus limitaciones y facultades dentro de una obra y en este caso específico de una carretera. Además debe conocer la importancia que tiene la fiscalización dentro del desarrollo de un proyecto constructivo.

1.3 Objetivos Generales

Los objetivos principales de este Manual son llegar a ser un instructivo para la fiscalización de carreteras. Que los fiscalizadores conozcan que deben o no hacer dentro de una fiscalización. Debe ser utilizado por profesores y estudiantes dentro de las materias de fiscalización como una consulta y texto del cual puedan aprender lo que debe y lo que no debe hacer un fiscalizador, cuáles son los puntos importantes dentro de una fiscalización, sus obligaciones, y limitaciones. Conocer cuáles son los objetivos principales de una fiscalización de carreteras y como lograr una fiscalización buena y efectiva.

Capítulo II. Aspecto Legal.

Aspecto Legal

El Aspecto Legal en cualquier construcción, obra o proyecto es un aspecto delicado e importante a la vez.

Es necesario conocer las leyes o el aspecto legal de la fiscalización. Para conocer lo que las leyes dicen al respecto debemos utilizar la Ley de Contratación Pública, y la Ley de Consultoría. Ambas leyes hablan ampliamente de las funciones y que es lo que un fiscalizador o una empresa fiscalizadora debe hacer y cumplir.

Además es de suma importancia que el fiscalizador conozca los contratos de construcción de la obra. Debe estar al tanto de todos los trámites legales y contratos que existen entre el contratante y el contratista.

2.1 Ley de Contratación Pública

La ley habla claramente sobre la fiscalización de obras. Dentro del Reglamento de Determinación de Etapas del Proceso de Ejecución de Obras de Prestación de Servicios Públicos, el capítulo II, artículo 12 dice lo siguiente:

“Art. 12.- De la fiscalización.- Dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto, para la etapa de construcción la entidad contratante, deberá establecer la supervisión obligatoria y permanente, con el objeto de asegurar el cumplimiento del diseño y especificaciones, tanto en las obras contratadas como en las que ejecuten por administración directa.

Los objetivos más importantes de la labor fiscalizadora, son los siguientes:

- a) Vigilar y responsabilizarse por el fiel y estricto cumplimiento de las cláusulas del contrato de construcción, a fin de que el proyecto se ejecute de acuerdo a sus diseños definitivos, especificaciones técnicas, programas de trabajo, recomendaciones de los diseñadores y normas técnicas aplicables;

- b) Detectar oportunamente errores y/u omisiones de los diseñadores, así como imprevisiones técnicas que requieran de acciones correctivas inmediatas que conjuren las situación;
- c) Garantizar la buena calidad de los trabajos ejecutados;
- d) Conseguir de manera oportuna se den soluciones técnicas a problemas surgidos durante la ejecución del contrato;
- e) Obtener que el equipo y personal técnico de las constructoras sea idóneo y suficiente para la obra;
- f) Obtener información estadística sobre personal, materiales, equipos, condiciones climáticas, tiempo trabajado, etc. del proyecto; y,
- g) Conseguir que los ejecutivos de la entidad contratante se mantengan oportunamente informados del avance de la obra y problemas surgidos en la ejecución del proyecto.

Para que los objetivos puedan cumplirse dentro de los plazos acordados y con los costos programados, a la fiscalización se le asigna, entre otras, las siguientes funciones, dependiendo del tipo de obra, magnitud y complejidad del proyecto:

- a) Revisión de los parámetros fundamentales utilizados para los diseños contratados y elaboración o aprobación de “planos para construcción”, de ser necesarios;
- b) Evaluación periódica del grado de cumplimiento de los programas de trabajo;
- c) Revisión y actualización de los programas y cronogramas presentados por el contratista;

- d) Ubicar en el terreno todas las referencias necesarias para la correcta ejecución del proyecto;
- e) Sugerir durante el proceso constructivo la adopción de las medidas correctivas y/o soluciones técnicas que estime necesarias en el diseño y construcción de las obras, inclusive aquellas referidas a métodos constructivos;
- f) Medir las cantidades de obra ejecutadas y con ellas elaborar, verificar y certificar la exactitud de las planillas de pago, incluyendo la aplicación de las formulas de reajuste de precios;
- g) Examinar cuidadosamente los materiales a emplear y controlar su buena calidad y la de los rubros de trabajo, a través de ensayos de laboratorio que deberá ejecutarse directamente o bajo la supervisión de su personal;
- h) Resolver las dudas que surgieren en la interpretación de los planos, especificaciones, detalles constructivos y sobre cualquier asunto técnico relativo al proyecto;
- i) Preparar periódicamente los informes de fiscalización dirigidos al contratante, que contendrán por lo menos la siguiente información:
 - Análisis del estado del proyecto en ejecución, atendiendo a los aspectos económicos, financieros y de avance de obra;
 - Cálculo de cantidades de obra y determinación de volúmenes acumulados;
 - Informes de los resultados de los ensayos de laboratorio y comentarios al respecto;

- Análisis y opinión sobre la calidad y cantidad del equipo dispuesto en obra;
 - Análisis del personal técnico del contratante;
 - Informe estadístico sobre las condiciones climáticas de la zona del proyecto;
 - Referencia de las comunicaciones cursadas con el contratista; y,
 - Otros aspectos importantes del proyecto;
- j) Calificar al personal técnico de los constructores y recomendar reemplazo del personal que no satisfaga los requerimientos necesarios;
- k) Comprobar periódicamente que los equipos sean los mínimos requeridos contractualmente y se encuentren en buenas condiciones de uso;
- l) Anotar en el Libro de Obra las observaciones, instrucciones o comentarios que a su criterio deben ser considerados por el contratista para el mejor desarrollo de la obra. Aquellos que tengan especial importancia se consignarán adicionalmente por oficio regular;
- m) Verificar que el contratista disponga de todos los diseños, especificaciones, programas, licencias y demás documentos contractuales;
- n) Coordinar con el contratista, en representación del contratante, las actividades más importantes del proceso constructivo;
- o) Participación como observador en las recepciones provisional y definitiva informando sobre la calidad y cantidad de los trabajos ejecutados, la legalidad y exactitud de los pagos realizados;

- p) Revisar las técnicas y métodos constructivos, propuestos por el contratista y sugerir las modificaciones que estime pertinentes, de ser el caso;
- q) Registrar en los planos de construcción todos los cambios introducidos durante la construcción, para obtener los planos finales de la obra ejecutada;
- r) En proyectos de importancia, preparar memorias técnicas sobre los procedimientos y métodos empelados en la construcción de las obras;
- s) Expedir certificados de aceptabilidad de equipos, materiales y obras o parte de ellas; y,
- t) Exigir al contratista el cumplimiento de las leyes laborales y reglamentos de seguridad industrial.”¹

Dentro de esta misma ley y reglamento, en el artículo 13 se habla del libro de obra que es parte importante de la fiscalización. El artículo dice lo siguiente:

“Art. 13.- Del libro de obra.- El libro de obra es una memoria de la construcción, que debe contener una reseña cronológica descriptiva de la marcha progresiva de los trabajos y sus pormenores, sirve para controlar la ejecución de la obra y para facilitar la supervisión de la misma.

La unidad administrativa responsable de la construcción deberá mantener permanentemente en el sitio de la obra y bajo la custodia inmediata del fiscalizador, un libro debidamente autorizado, empastado y prenumerado, en el que se anotan las instrucciones que el supervisor o fiscalizador emitan al contratista sobre la ejecución de los trabajos.

¹ Corporación de Estudios y Publicaciones, Ley de Contratación Pública Reglamento y Legislación conexas, Corporación de Estudios y Publicaciones, Agosto 2002, Págs. 4 a 6

El contratista anotará en cada caso que se da por enterado de las instrucciones recibidas, y podrá usar el mismo libro para hacer las observaciones y consultas que estime necesarias y de las que se dará por enterado al supervisor.

Los asientos efectuados en el libro de obra se consideran conocidos por ambas partes y las instrucciones de fiscalización serán obligatorias.”²

En el capítulo 12, se habla específicamente del contrato y en las secciones siguientes se dice: modelo de documentos precontractuales, redacción del proyecto, ejecución del contrato,

“Cláusula de fiscalización. Una de las responsabilidades y facultades básicas de la entidad contratante es el establecimiento y el ejercicio de la Fiscalización. El control de la ejecución contractual, al tenor de las distintas disposiciones legales, especialmente el artículo 330 de la Ley Orgánica de Administración Financiera y Control, corresponde a los funcionarios públicos, en este caso de la entidad contratante.

La Ley permite que esta facultad la pueda ejercer, no sólo directamente por medio de sus funcionarios, sino tan bien por medio de contratistas que se encargan de las tareas básicas de Fiscalización. En definitiva, la fiscalización es representante, en la ejecución contractual, de la entidad contratante, tanto para ejercer el control cuanto para ser el interlocutor del contratista, conocer los problemas de ejecución de la obra y disponer las soluciones más idóneas.

Cláusula vigésima primera.- Fiscalización:

21.01 La fiscalización de este Contrato será contratada de la manera que establece el artículo 83 del Reglamento a la Ley de Presupuestos del Sector Público (de ser el caso), será la representante del Contratante en la ejecución

² Corporación de Estudios y Publicaciones, Ley de Contratación Pública Reglamento y Legislación conexas, Corporación de Estudios y Publicaciones, Agosto 2002, Pág. 6

del contrato. Sus facultades y responsabilidades se hallan determinadas en el Instructivo para fiscalización, en este contrato y sus documentos anexos.

1.3.2 Inicio, planificación y control de obra: El Contratista iniciará los trabajos dentro del plazo establecido en el contrato. Dentro del mismo plazo, el Contratista analizará, conjuntamente con la fiscalización, y de acuerdo con la programación propuesta de la obra, de ser el caso, y por razones no imputables al contratista, reprogramará y actualizará el cronograma valorado de trabajos y el programa de uso de personal y equipo.

Igual actualización se efectuará cada vez que, por una de las causas establecidas en el contrato, se aceptase modificaciones al plazo contractual. Estos documentos servirán para efectuar el control de avance de obra, a efectos de definir el grado de cumplimiento del contratista en la ejecución de los trabajos;

1.3.3 Cumplimiento de especificaciones: Todos los trabajos deben efectuarse en estricto cumplimiento a las disposiciones del contrato y las especificaciones técnicas, y dentro de las medidas y tolerancias establecidas en planos y dibujos. En caso de que el Contratista descubriera discrepancias entre los distintos documentos, deberá indicarlo inmediatamente al fiscalizador, a fin de que establezca cual documento prevalece sobre los demás y su decisión será definitiva. Cualquier obra que se realice antes de la decisión de la fiscalización será de cuenta y riesgo del contratista.

En caso de que cualquier dimensión no hubiera sido establecida, si el contratista no pudiera obtenerla directamente de los planos, la solicitará de la fiscalización. La fiscalización puede proporcionar, cuando considere necesario para realizar satisfactoriamente el proyecto, instrucciones, plano y dibujos suplementarios o de detalle;

1.3.8 Ensayos y pruebas: Los materiales, el equipo que se incorporará en la obra, sus accesorios y demás elementos destinados a la obra, serán sometidos a las pruebas y ensayos que se hayan indicado en las especificaciones, para

verificar sus propiedades y características, de conformidad con los requisitos y tolerancias permisibles, según el uso al cual han sido destinados. Los materiales, equipos, accesorios o elementos que no hayan sido aceptados por la fiscalización, por no cumplir con las condiciones requeridas, deben ser retirados del sitio de la obra y reemplazados a costo del contratista.

Las pruebas del laboratorio pueden ser efectuadas, según el caso, en la obra o en laboratorios del contratista, del fabricante o vendedor del material o de terceros contratados para el efecto **siempre en presencia del fiscalizador**. Los materiales que posean certificados de calidad del INEN o su equivalente, no requieren ser ensayados rutinariamente. Los costos de las pruebas y ensayos de laboratorio que se realicen, serán de cuenta del contratista. La fiscalización de ser necesario realizará oportunamente pruebas especiales y ensayos no previstos en las especificaciones, a costo del contratante;

1.3.11 Trabajos defectuosos o no autorizados: Cuando la fiscalización determine que los trabajos realizados o en ejecución fueran defectuosos, ya sea por descuido o negligencia del contratista, por el empleo de materiales de mala calidad o no aprobados, por no ceñirse a los planos o especificaciones correspondientes o a las instrucciones impartidas por la fiscalización; ésta ordenará las correcciones y/o modificaciones a que haya lugar. Podrá ordenar la demolición y reemplazo de tales obras, todo a cuenta y costo del contratista.

Es trabajo no autorizado el realizado por el contratista antes de recibir los planos para dichos trabajos, o el que se ejecuta contrariando las órdenes de la fiscalización; por tal razón, correrán por cuenta del contratista las rectificaciones o reposiciones a que haya lugar y los costos y el tiempo que ello conlleve.

El contratista solamente tendrá derecho a recibir pagos por los trabajos ejecutados de conformidad con los planos y especificaciones y costo más porcentaje, que sean aceptados por la fiscalización. No tendrá derecho a pagos por materiales, equipos, mano de obra, y demás gastos que correspondan a la

ejecución de los trabajos defectuosos o no autorizados. Tampoco tendrá derecho al pago por la remoción de los elementos sobrantes.

Todos los trabajos que el contratista deba realizar por concepto de reparación de defectos, hasta la recepción definitiva de las obras, serán efectuados por su cuenta y costo, si la fiscalización comprueba que los defectos se deben al uso de materiales de mala calidad, no observancia de las especificaciones, o negligencia del contratista en el cumplimiento de cualquier obligación expresa o implícita en el contrato;

1.4.1 Medición: Si en el contrato no se regula otro sistema de medición, en los últimos tres días laborables de cada mes, la fiscalización y el contratista, en forma conjunta, efectuarán las mediciones de las cantidades de obra ejecutadas durante los (30) treinta días anteriores. Se emplearán las unidades establecidas en la “Tabla de Cantidades y Precios” para cada rubro.

Las mediciones parciales de la obra realizada, no representan entrega por parte del contratista ni recepción por parte de la fiscalización; pues, las obras serán recibidas cuando estén terminadas totalmente y siguiendo el procedimiento establecido para tal efecto.

Las cantidades de obra no incluidas en una medición por discrepancia u omisión, serán incluidas a la fecha en que se haya notado dicha omisión. El pago de tales cantidades se realizará a los precios unitarios correspondientes, más los reajustes respectivos;

1.4.2 Facturación y reajuste: El contratista preparará mensualmente las planillas, las cuales se pondrán a consideración de la fiscalización en los cinco (5) primeros días laborables de cada mes, y serán aprobadas por ella en el término de cinco (5) días (este plazo puede incrementarse, de acuerdo a la complejidad de la obra), luego de lo cual, en forma inmediata, se continuará el trámite de pago. Estas planillas serán preparadas por capítulos y siguiendo el orden establecido en el “Cuadro de Cantidades, Unidades y Precios”, en cada

planilla se adjuntarán los anexos de medidas, ensayos de suelos y materiales, aprobaciones y otros que correspondan.

Además, el contratista presentará con las planillas el estado de avance del proyecto y un cuadro informativo resumen, que indicará, para cada concepto de trabajo, el rubro, la descripción, unidad, la cantidad total y el valor total contratado, las cantidades y el valor ejecutado hasta el mes anterior, y en el periodo en consideración, y la cantidad y el valor acumulado hasta la fecha. Estos documentos se elaborarán según el modelo preparado por la fiscalización y serán requisito indispensable para tramitar la planilla correspondiente. Si el contratista no presentare la planilla con la oportunidad indicada, se considerará un incumplimiento de su parte y se aplicará lo indicado en el artículo 90 de la Codificación de la Ley de Contratación Pública.

En cada planilla de obra ejecutada, el fiscalizador calculará el reajuste de precios provisional, aplicando las fórmulas de reajuste que se indican en el contrato.

El Fiscalizador realizará el reajuste definitivo tan pronto se publiquen los índices del INEC;

1.4.3 Discrepancias: Si existiera discrepancias entre las planillas presentadas por el contratista y las cantidades de obra calculadas por la fiscalización, ésta notificará al contratista las discrepancias encontradas. Si no se receptara respuesta, dentro de los cinco (5) días siguientes a la fecha de la notificación, se entenderá que el contratista ha aceptado la liquidación hecha por la fiscalización y se dará paso al pago. Cuando se consiga un acuerdo sobre tales divergencias, se procederá como se indica en el último inciso del numeral 1.4.1.

El formulario de la planilla deberá dejar suficiente espacio al final, para que el fiscalizador anote las divergencias encontradas, el monto corregido de la planilla y sus correspondientes descuentos;

1.5 Fiscalización

1.5.1 Deberes de la fiscalización: El objetivo principal de la fiscalización es la vigilancia del fiel y estricto cumplimiento de la cláusulas del contrato de construcción, a fin de que el proyecto se ejecute de acuerdo a sus diseños definitivos, especificaciones técnicas, programas de trabajo, recomendaciones de los diseñadores y normas técnicas aplicables.

El fiscalizador debidamente designado, actúa a nombre y en representación de la entidad en la ejecución del contrato y cuenta con las atribuciones que se indican más adelante, aparte de las indicadas en los demás documentos del contrato, siendo por lo tanto responsable por cualquier omisión, descuido o negligencia en el cumplimiento de sus funciones. El contratista aceptará y colaborará con la tares y el personal de la fiscalización;

1.5.2 Atribuciones del fiscalizador: Para que las obras puedan ejecutarse dentro de los plazos acordados y con los costos programados, a la fiscalización se le asigna, entre otras, las siguientes funciones:

- Aprobación de los programas y cronogramas actualizados, presentados por el contratista y evaluación mensual del grado de cumplimiento de los programas de trabajo;
- Sugerir durante el proceso constructivo la adopción de las medidas correctivas y/o soluciones técnicas que se estimen necesarias en el diseño y construcción de las obras, inclusive aquellas referidas a métodos constructivos;
- Medir las cantidades de obra ejecutadas y con ellas verificar y certificar la exactitud de las planillas de pago, incluyendo la aplicación de fórmulas de reajuste de precios;

- Examinar los materiales a emplear y controlar su buena calidad y la de los rubros de trabajo, a través de ensayos de laboratorio, pruebas en sitio o certificados de calidad;
- Resolver las dudas que surgieran en la interpretación de los planos, especificaciones, detalles constructivos y sobre cualquier asunto técnico relativo al proyecto;
- Preparar mensualmente los informes de fiscalización para la entidad, que contendrán por lo menos la siguiente información: Estado del proyecto en ejecución, atendiendo a los aspectos contractuales, económicos, financieros y avance de obra (cantidades de obra y volúmenes acumulados); cumplimiento de las obligaciones contractuales respecto a personal y equipo del contratista y monto de las multas que por este concepto pudieran haber; condiciones climáticas de la zona del proyecto; cumplimiento del contratista y recomendaciones al respecto; multas, sanciones, suspensiones y otros aspectos importantes del proyecto;
- Calificar al personal técnico del constructor y disponer justificadamente el reemplazo del personal que no satisfaga los requerimientos necesarios;
- Comprobar periódicamente que los equipos sean los requeridos contractualmente según el cronograma vigente y que se encuentren en buenas condiciones de uso;
- Anotar en el libro de obra (que permanecerá bajo su custodia y responsabilidad), las observaciones, instrucciones o comentarios que en su criterio deben ser considerados por el contratista para el mejor desarrollo de la obra. Aquellos que tengan especial importancia se consignarán adicionalmente por oficio regular;

- Participar como observador en las recepciones provisional y definitiva informando sobre la calidad y cantidad de los trabajos ejecutados, la legalidad y exactitud de los pagos realizados; y,
- Exigir al contratista el cumplimiento de las leyes laborales y del reglamento de seguridad industrial.

Cuando la fiscalización, durante la ejecución de la obra y hasta la recepción definitiva de la mismas, advirtiera vicios de construcción, dispondrá que el contratista proceda a corregir los defectos observados incluyendo la demolición total y el reemplazo de los trabajos mal ejecutados o defectuosos y el concederá un plazo prudencial para su realización. A la expiración de este plazo, o antes, si el contratista lo solicitara, se efectuará un nuevo reconocimiento; si de éste resultara que el contratista no ha cumplido con las órdenes emanadas, se podrá ejecutar por cuenta del contratista los trabajos necesarios, a fin de corregir los defectos existentes, no eximiendo al contratista de las responsabilidades o multas en que hubiera incurrido por incumplimiento del contrato; y,

1.5.3 Suspensión de los trabajos: La fiscalización solicitará al titular de la entidad, disponga la suspensión de una parte o de la totalidad de la obra, en cualquier momento y por el período que considere necesario, en los siguientes casos:

- a) Si las medidas de seguridad adoptadas por el contratista son insuficientes o inadecuadas para proteger la vida de personal o la integridad de las instalaciones o partes ya construidas;
- b) Por desorganización del contratista, negligencias en la conducción de los trabajos y/o empleo de sistemas inadecuados; y,
- c) Cuando el contratista no acate las órdenes impartidas por la fiscalización; si no emplea personal y equipo en la cantidad y de la

calidad requeridas, o no utiliza métodos de construcción establecidos, o se niega a despedir a personal inaceptable.

En caso de reiterado incumplimiento, el Contratante podrá dar por terminado unilateralmente el contrato.

Las suspensiones ordenadas por las causas anotadas no darán lugar a pagos adicionales o indemnizaciones al contratista, ni a prórroga de plazo.

El contratista podrá interrumpir las actividades por causas de fuerza mayor o caso fortuito, debidamente comprobadas o por falta de entrega de planos, diseños, terrenos, etc. por parte del contratante. Las interrupciones por estos motivos darán lugar a la ampliación del plazo del contrato, si esto interfiere en la ejecución total del contrato.”³

2.2 Ley de Consultoría

La ley de Consultoría dice lo siguiente con respecto a la fiscalización:

“CAPÍTULO I DEL ÁMBITO DE LA LEY

Art. 1.- (Consultoría).- Para los efectos de la presente Ley, se entiende por consultoría. La prestación de servicios profesionales especializados, que tengan por objeto identificar, planificar, elaborar o evaluar proyectos de desarrollo, en sus niveles de prefactibilidad, factibilidad, diseño u operación. Comprende, además, la supervisión, fiscalización y evaluación de proyectos, así como los servicios de asesoría y asistencia técnica, elaboración de estudios económicos, financieros, de organización administración, auditoría e investigación.

³ Corporación de Estudios y Publicaciones, Ley de Contratación Pública Reglamento y Legislación conexas, Corporación de Estudios y Publicaciones, Agosto 2002, Págs. 12, 38, 44 a 50

Art. 2.- (Consultores).- La consultoría podrá ser ejercida por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, de conformidad con la presente Ley y su Reglamento. Cuando esta Ley utilice la palabra “Consultores”, se entenderá que comprende indistintamente las personas indicadas.

Art. 3.- (Servicios de apoyo a la consultoría).- Son servicios de apoyo a la consultoría los auxiliares que no implican dictamen o juicio profesional, tales como los de contabilidad, topografía, cartografía, aerofotografía, la realización de ensayos y perforaciones geotécnicas sin interpretación, la computación, el procesamiento de datos y el uso auxiliar de equipos especiales.

Art. 4.- (Régimen aplicable a la consultoría).- Los actos relacionados con el ejercicio de la consultoría, así como los contratos de servicios de consultoría o de apoyo a la consultoría que realicen las dependencias, entidades u organismos del sector público, se regirán por esta Ley, su Reglamento y en lo que no estuviere previsto, por las demás normas legales aplicables.”⁴

2.3 Contraloría

La Contraloría dice lo siguiente sobre la Fiscalización:

“CONTROL DE PROYECTOS DE OBRAS PUBLICAS

1. Definición y objetivos de Control de Obras Públicas desde el punto de vista de la Contraloría General del Estado

Es el conjunto de actividades que permiten un **control técnico y financiero** (completo y eficiente), utilizando para ello la ley vigente de contratación pública y todos los documentos contractuales.

⁴ Corporación de Estudios y Publicaciones, Ley de Consultoría Reglamento y Legislación conexas, Corporación de Estudios y Publicaciones, Marzo 2003, Págs. 1 a 2

Objetivos:

- Control del buen manejo de la inversión en las Obras Públicas
- Control de la buena ejecución técnica de las Obras Públicas
- Control de ejecución en los plazos previstos

2. Fiscalización y Supervisión de Obras Públicas

Son trabajos de control directo e integral (verificación y soporte técnico), para el correcto proceso de ejecución de una Obra Pública, de acuerdo a las leyes y a los documentos contractuales.

Objetivos:

- Control de calidad
- Control de cantidades de obra
- Soporte para acordar conjuntamente soluciones técnicas

3. Presupuestos de las Obras Públicas

Es una labor técnica que permite elaborar un documento en el cual constan desglosados y analizados los precios unitarios de los rubros de los cuales consta una Obra Pública, de acuerdo a las características propias de esta.

Objetivos:

- Determinar el costo global de una Obra Pública que permita hacer la planificación financiera real
- Poseer volúmenes de obra reales
- Poseer análisis de precios unitarios reales (en función de las características propias de la obra)

4. Reajuste de precios

El reajuste de precios en la ejecución de una O. Pública es un proceso contractual que permite calcular o ajustar un precio unitario, a las condiciones reales, basándose en parámetros o indicadores económicos que reflejen los

cambios ocurridos (en los componentes de un precio unitario) en el transcurso de la ejecución de la obra.

Objetivos:

- Pagar el precio correcto por una obra ejecutada
- Poseer un instrumento de aplicación directa
- Permitir un control posterior del pago

5. Planificación de Obras

La planificación de una O. Pública es el proceso que permite diseñar, en sus etapas secuenciales, una obra.

Objetivos:

- Determinar su factibilidad
- Determinar el financiamiento
- Determinar las características y el costo final

6. Programación de Obra

La programación de una O. Pública es el proceso a través del cual se diagrama la ejecución de obras durante el período de construcción para una óptima y correcta ejecución de un proyecto.

Objetivos:

- Definir la ruta crítica
- Definir el flujo de desembolsos
- Definir el tiempo de puesta en servicio

7. Contratación Pública

Es el proceso, a través de una entidad pública, que permite la contratación de obras, la adquisición de bienes o la prestación de servicios (no regulados por la

ley de consultoría), que tienen financiamiento del o a través del estado y que se rigen por la ley de Contratación pública.

Objetivos:

Adquisición de un servicio o contratación de una obra pública, basado en la ley vigente, a través de un pago equitativo

Ejecución de O. Públicas que aseguren su calidad

Ejecución de una O. pública que asegure la entrega en el plazo necesario

8. Consultoría

Se constituye en un servicio profesional especializado que permite la elaboración de estudios de proyectos de desarrollo para un mejor uso de los recursos y el desarrollo del país.

Objetivos:

Prestación de servicios profesionales especializados para identificar, planificar, elaborar o evaluar proyectos de desarrollo.

Supervisión, fiscalización o evaluación de proyectos

Servicios de asesoría y asistencia técnica, elaboración de estudios diversos

9. Administración Directa

Es una modalidad de construcción en la que la entidad pública, amparada por la ley, ejecuta una obra utilizando su infraestructura, debiendo cumplir y controlar los diseños, la calidad, el presupuesto y los plazos previstos.

Objetivos:

Ocupar una infraestructura estatal que está desocupada

Ocupar el personal técnico, administrativo y laboral de la entidad que está sin ocupación.

Ejecutar una O. Pública que no puede o no es atractiva para ser ejecutada por el sector privado. ”⁵

2.4 Contratos de Fiscalización (Consultoría)

El fiscalizador debe firmar un Contrato de Fiscalización o Consultoría. Este contrato es importante ya que especifica la relación profesional entre el dueño de la obra y el fiscalizador. También especifica las obligaciones y responsabilidades que tiene un fiscalizador y que debe cumplirlas. Existen diferentes tipos de contrato de fiscalización, estos se basan en el monto y tipo de obra a construir.

Si el monto del contrato es menor o igual a la multiplicación del coeficiente un cien milésimo por el monto del presupuesto inicial del Estado del correspondiente ejercicio económico, se puede dar un contrato sin necesidad de concursos.

Si el monto del contrato es mayor a la multiplicación indicada anteriormente y menor que la multiplicación del coeficiente cuatro cien milésimo por el monto del presupuesto inicial del Estado del ejercicio económico correspondiente, entonces el contrato será adjudicado por medio de un concurso privado.

Si el monto del contrato será mayor o igual a la multiplicación anterior entonces se deberá realizar un concurso público para la adjudicación del contrato.

Se debe recalcar que las obligaciones de un fiscalizador no estarán en el contrato ya que el fiscalizador debe cumplir y acatar las leyes de Contratación Pública y de Consultoría antes mencionadas en este capítulo.

⁵ Contraloría General del Estado, Ley de Consultoría Reglamento y Legislación conexas, Contraloría General del Estado, Marzo 2003, Págs. 1 a 2

2.5 Contratos de Construcción de Obra

El fiscalizador debe conocer el o los Contratos de Construcción de Obra. Es de suma importancia que conozca estos contratos y saber como proceder durante el proceso de construcción de la obra. El fiscalizador al ser representante del dueño de la obra debe conocer los términos o la relación profesional que existe entre el dueño y el contratista o constructor. Además debe conocer los plazos, y formas de pago. Debe estar al tanto de diferentes aspectos técnicos y económicos del contrato, así como también de la programación y planificación de la obra. A continuación veremos las distintas partes que consta un contrato de construcción que deben ser conocidos por el fiscalizador de la obra.

Obligaciones del contratista:

Generales: El Contratista debe asumir la responsabilidad por cualquier contravención a normas técnicas o de construcción protegiendo de posibles juicios o problemas legales al contratante o dueño de la obra. Si en el contrato existen discrepancias con la ley, el mismo contratista debe informar al fiscalizador para que este proceda a interceder en este tema. Además los precios acordados son lo que deberá recibir el contratista sin importar los impuestos, tasa o contribuciones que tuviera que pagar. El contratista debe recibir los permisos necesarios para poder construir la obra en el plazo establecido. Además debe proteger al público, vías, e instalaciones públicas. Debe poner en conocimiento y dar copias de las autorizaciones recibidas al fiscalizador.

Sueldos, salarios y prestaciones sociales: Los sueldos y salarios son estipulados libremente pero no puede ser menor al sueldo mínimo estipulado en el país. El contratista no puede pedir compensaciones en caso que se de un reajuste de precios con relación a su propuesta original. El contratista deberá pagar los sueldos puntualmente y sin descuentos adicionales a los que dice la ley. Los sueldos serán registrados en un juzgado de trabajo de la ciudad. En caso de existir subcontratistas ellos también deberán cumplir con estas disposiciones. El contratista también debe cumplir con los pagos y

remuneraciones correspondientes con el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, IESS.

Servicios e instalaciones: Es prioridad del contratista colocar instalaciones de servicios varios como agua potable, energía eléctrica, oficinas, bodegas, baterías sanitarias, telecomunicaciones, etc. Estas instalaciones serán temporales y el costo será asumido directamente por el contratista, y se considerarán como gastos generales del contrato. En caso de la existencia de instalaciones definitivas, serán parte del contrato.

Prevención de accidentes: El contratista debe establecer normas de seguridad para los diferentes procesos constructivos, y deberá organizar un programa de prevención de accidentes. La señalización adecuada y letreros correspondientes y su costo correrán por cuenta del contratista. La fiscalización deberá revisar la existencia y cumplimiento de estas normas y programas de seguridad. Debe cumplir además con las normas del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y el Código de Trabajo. El contratista es responsable de cualquier accidente o daño a terceros que sean resultados de sus operaciones en la obra.

Obligaciones del contratante:

El contratante debe entregar a tiempo los terrenos para que el contratista pueda iniciar los trabajos. Además las expropiaciones, indemnizaciones, y otros conceptos son responsabilidad del contratante. Debe entregar oportunamente los planos, dibujos, diseños para la construcción de la obra, así como permisos y autorizaciones. En el contrato se establecen también los pagos y los tiempos previstos, que serán cumplidos por el contratante.

Ejecución del contrato:

Relaciones entre las partes: La entidad contratante será representada por la fiscalización, cualquier disposición será comunicada al contratista por escrito. El contratista será representado por el superintendente o por el ingeniero residente que debe permanecer en el sitio de la obra continuamente. Todas las

comunicaciones que se den entre las partes deben ser por escrito y en idioma castellano.

Inicio, planificación y control de obra: Está señalado en el punto 2.1.

Cumplimiento de especificaciones: Está señalado en el punto 2.1.

Limpieza del sitio: El contratista debe mantener el área de trabajo libre de basura, materiales sin utilizar, escombros o cualquier desperdicio. Al terminar las obras y previo a la entrega de la misma el contratista debe retirar equipos, materiales, basuras o desperdicios y todos los objetos de su propiedad o del subcontratista que hayan sido utilizados durante la construcción.

Equipos: En todo momento el contratista debe mantener en la obra el equipo, maquinaria y personal necesarios para la correcta ejecución de la obra. En el sitio de la obra debe mantener al menos el equipo ofertado en el formulario 8 de la propuesta y que es anexo del contrato de acuerdo al cronograma de uso de equipo vigente. No podrá hacer cambios de equipos, retirarlos, ni reducir su equipo sin una autorización previa del fiscalizador, ya que incumplir con este punto puede ser una causa de sanción que está establecido en el contrato.

Personal del contratista: El contratista debe tener el personal necesario para la correcta ejecución de la obra, y tiene la potestad de establecer las jornadas extraordinarias, trabajos nocturnos o en días festivos con el consentimiento de la fiscalización. Por estas causas no se reconocerán incrementos de precios.

Materiales: Los materiales deben cumplir con especificaciones técnicas presentas en la propuesta, o en algunos casos las instrucciones impartidas por la fiscalización. Los materiales a ser utilizados en obra deben ser nuevos, sin uso y de la mejor calidad. Su transporte correrá bajo el costo y responsabilidad del contratista. La fiscalización puede exigir en casos de algunos materiales la manera de almacenarlos, sin que esto justifique un aumento en los precios. Estos materiales también serán revisados previo su utilización.

Ensayos y pruebas: Está señalado en el punto 2.1.

Ejecución de las obras: Los trabajos deben ser efectuados de manera gradual y progresiva. Se debe realizar trabajos para que ninguno se vea afectado por trabajos inconclusos o posteriores. Las obras terminadas deben ser protegidas de agentes climáticos o que causen daños. En algunos casos que las obras necesiten inspección para continuar con otras que impedirían esto, se debe inspeccionar por parte de la fiscalización, y si es necesaria la remoción parcial o total de trabajos ejecutados, este costo será cubierto por el contratista.

Vigilancia y custodia: Es necesario que exista vigilancia y custodia de la obras durante el proceso de construcción y hasta que la obra sea entregada. Para esto el contratista deberá proporcionar las instalaciones y el personal. Si la vigilancia corre por parte del contratista, estos valores serán considerados como un rubro adicional.

Trabajos defectuosos o no autorizados: Está señalado en el punto 2.1.

Facturación y pagos:

Medición: Está señalado en el punto 2.1.

Facturación y reajuste: Está señalado en el punto 2.1.

Discrepancias: Está señalado en el punto 2.1.

Pagos: El pago se hará de acuerdo a las cláusulas correspondientes en el contrato. El contratista debe presentar una planilla en base a la cuenta final, excepto el rubro de custodia. A la solicitud del acta de entrega se le debe acompañar con documentación no presentada anteriormente en donde conste la cancelación de contribuciones, obligaciones patronales y otra obligación legalmente notificada.

Fiscalización: Está señalado en el punto 2.1.

Capítulo III. Aspecto Técnico.

Aspecto Técnico

El Aspecto Técnico dentro de una fiscalización es muy importante, pues se trata del control y vigilancia de los procesos constructivos de la obra, basándose en especificaciones y métodos constructivos. Dentro de la fiscalización de carreteras es de suma importancia seguir el uso de códigos, normas y especificaciones vigentes en nuestro país. Estas especificaciones son dadas por el Ministerio de Obras Públicas, y otros organismos que utilizan estas especificaciones como base o referencia. Para poder fiscalizar la construcción de una carretera, es importante conocer los procesos constructivos y especificaciones de las diferentes obras de las que consta una carretera. En este capítulo conoceremos esos métodos y especificaciones técnicas de las que se habló anteriormente.

3.1 Datos Iniciales (Diseños)

Los datos iniciales o diseños de una vía son parte fundamental de la construcción de este tipo de obras. Entre los diseños principales se encuentran el Diseño Vial y el Diseño de Hormigones, asfaltos, infraestructuras viales, etc. El diseño es de suma importancia para la concreción de una obra vial.

3.1.1 Diseño Vial.

El transporte es un factor primordial del desarrollo de los países, es por eso que cada vez se necesitan más y mejores vías de comunicación. Existen varios factores que inciden directamente en el diseño de una carretera. Los factores a considerarse son la topografía del terreno, su geología, el clima, el uso de terrenos adyacentes, etc. En vista de todos estos factores se necesita obtener suficiente información para que la carretera sirva al usuario de la mejor forma. Con estos datos iniciales se puede hacer un reconocimiento preliminar para la selección de la ruta, de zonas de influencia, estudios de drenaje, etc.

El tráfico que va a tener una carretera es el principal factor a considerarse dentro del diseño geométrico de la misma. Un índice importante del tráfico es el

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), que se utiliza para conocer un promedio de tráfico existente sobre una carretera, y nos ayuda a clasificar las carreteras más fácilmente. La clasificación es la siguiente:

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R1 o R2	más de 8000
I	3000 - 8000
II	1000 - 3000
III	300 - 1000
IV	100 - 300
V	menos de 100

Existen otras tres variables dentro del cálculo de tráfico. Estas son:

1. El Tráfico futuro, que es una proyección del tráfico existente en la actualidad a 15 o 20 años.
2. El tráfico actual que es el número de vehículos que transitan por una vía o carretera en la actualidad.
3. La Velocidad de Diseño, que es la rapidez que se puede mantener más o menos uniformemente en el camino o en sus distintos tramos dentro de la seguridad y en períodos de poco tránsito.

En el diseño de una carretera se debe presentar el Alineamiento Horizontal y el Alineamiento Vertical. El Alineamiento Horizontal es una representación de la carretera en planta. Tiene rectas y curvas que pueden ser simples, compuestas o reversas, y estas ayudan a una buena transición entre rectas, y deben ser económicas en su construcción y tener una relación directa entre la velocidad de diseño, la curvatura, y el peralte de las curvas. El primer paso en el diseño del Alineamiento Horizontal es el trazado de la línea a pelo de tierra que nos permite trazar la carretera dependiendo de la topografía y pendiente. Las curvas son arcos de circunferencia tangente a dos alineamientos rectos de la vía. Se las diseña con un radio como mejor convenga a la economía en la construcción y comodidad de los usuarios. Las curvas tienen elementos importantes para su diseño que son: PI, que es el punto de intersección de los alineamientos rectos que se empalman con la curva, PC es el punto de

tangencia con el alineamiento recto de llegada a la curva o principio de curva, y PT que es el punto de tangencia con el alineamiento recto de salida a la curva o principio de la tangente. Otros elementos importantes del Alineamiento Horizontal son: el Peralte, el Coeficiente de Fricción Lateral, el Radio Mínimo de Curvatura, Magnitud de Peralte, y Distancia de Visibilidad.

1. El peralte es una elevación en la parte externa de la curva que evita que un vehículo salga de la vía por la fuerza centrífuga.
2. El Coeficiente de Fricción reduce la velocidad de los vehículos sobre la vía.
3. El Radio Mínimo de Curvatura es una relación entre la velocidad, y el peralte y la fricción.
4. La Magnitud de Peralte es un porcentaje que ayuda a la función del peralte en evitar que los vehículos salgan hacia fuera de la curva.
5. La Distancia de visibilidad influye de gran manera en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en la carretera, es la longitud en la carretera, que en condiciones normales permite ver al conductor sin condiciones especiales como lluvia, niebla, u otras. Existen dos tipos de distancias a considerarse que son la que requiere el conductor para parar y la que requiere para rebasar otros vehículos.

El Alineamiento Vertical es una representación de perfil de la vía. En el Alineamiento Vertical se puede evaluar las cotas del terreno y la vía para calcular los volúmenes de corte y relleno de tierras. Para el diseño Vertical de una carretera se debe evaluar las gradientes de la misma. Estas dependen de la topografía del terreno y deben ser valores bajos de lo posible, ya que se debe permitir velocidades de circulación adecuadas así como la operación de los vehículos. En este diseño se utilizan las curvas verticales que empalman dos tramos de pendientes constantes determinadas para suavizar la transición de una pendiente a otra. Son arcos parabólicos en lugar de circulares. Se compone de los mismos elementos de una curva circular que son: PI, PC, PT, pero a estos se debe añadir la longitud de la curva LC.

3.1.1.1 Revisión de Planos

En el proceso de fiscalización la revisión de planos o diseños de la vía es de suma importancia. Al recibir los planos del diseño es primordial estudiar y conocer el terreno por donde se construirá la carretera, y hacer observaciones si es adecuado o no el trazado diseñado, en caso de no serlo se debe recomendar alternativas. Además, la fiscalización debe hacer una evaluación de las diferentes obras que conforman la carretera. Hacer cálculos de volúmenes y cantidades necesarias para cada obra. Se debe evaluar botaderos de escombros cercanos, medir su distancia, e igualmente hacer recomendaciones al respecto. Hacer un estudio ambiental y el impacto que la obra tendrá en sus alrededores. Un punto importante es que si en el transcurso de la obra, surgen problemas con el trazado de la vía, la fiscalización en conformidad con la institución contratante o dueña de la obra, puede rediseñar el trazado de la vía para facilitar su construcción. Estos problemas pueden ser: con dueños de terrenos por expropiar, problemas geológicos, ambientales, etc.

Todas las evaluaciones y estudios realizados por la fiscalización previo al inicio de la obra, deben ser presentadas a manera de informe a la entidad dueña de la obra. Se deben presentar informes de los siguientes temas: Informe Geológico, Informe Hidrológico-Hidráulico, Informe de Impactos Ambientales, Informe de Ingeniería, Informe de Pavimentos, Informe de Estudios de Tráfico. Todos estos informes deben ser presentados junto a planos, y dibujos. Cada uno de estos informes deben tener un estudio completo y ser presentado con una introducción, y conclusión o recomendaciones finales.

3.1.2 Diseño de Hormigones (Dosificación)

El Hormigón es un conglomerado fabricado artificialmente y está compuesto: por agua, cemento, agregados finos y gruesos, y aditivos. Al hacer el diseño de la dosificación del hormigón, o el cálculo de las proporciones de los diferentes componentes del hormigón, debemos tener en cuenta que sea lo más económico posible y simultáneamente cumpla con requisitos de trabajabilidad, consistencia, resistencia y durabilidad que se utilizará en una estructura

determinada. Las proporciones deben seleccionarse de acuerdo a los siguientes criterios:

- El hormigón debe dar las más altas resistencias
- Tener el menor tamaño máximo de agregado para facilitar una adecuada colocación en obra
- Durabilidad que le permita soportar la intemperie y otros agentes a los que está expuesto el hormigón
- Tener la resistencia requerida para soportar cargas sin peligros de falla
Considerar el índice llamado Relación Agua Cemento. Con este índice se escogen las proporciones que aseguren una pasta de cemento y agua de calidad adecuada para soportar diversos factores que aseguren un hormigón durable. La Relación Agua Cemento es importante para la dureza del hormigón, y la resistencia del hormigón depende de esta relación.

La dosificación debe estar representada por una fórmula como la siguiente: 1:2:3, que corresponden a las proporciones de cemento, arena y ripio respectivamente. La dosificación depende del tipo de materiales que sean utilizados en la mezcla, posteriormente el hormigón preparado con esta dosificación debe cumplir con la resistencia necesaria. En las obras siguientes se recomiendan resistencias mínimas, estas resistencias nos las da el Ministerio de Obras Públicas. Más adelante se hablará de la comprobación de la resistencia del hormigón.

3.1.2.1 Bordillos

El bordillo es un borde sobresaliente de hormigón, piedra o ladrillo, que limita la calzada del espaldón o la acera y guía al conductor, advierte zonas de peligro y ayuda al drenaje. Es recomendable que los bordillos tengan una resistencia entre 180 y 210 kg/cm², por su exposición a la acción de los vehículos.

3.1.2.2 Cunetas

Son zanjas revestidas de hormigón que recogen y canalizan las aguas superficiales provenientes de la calzada, y son paralelas a la carretera. Existen tres tipos de cunetas:

1. Cunetas
2. Cunetas de Coronación
3. Cunetas de Guarda

Las cunetas son las cunetas laterales a lo largo de la vía. La cuneta de coronación son las que están construidas cerca de las aristas superiores de los taludes. Las cuentas de guarda son las que están construidas en los escalones o bermas de taludes de gran altitud para evitar su erosión. Las cunetas al estar expuestas solamente al agua, y es muy raro que un vehículo tenga contacto con ellas a no ser por un accidente, deben tener una resistencia de 180 kg/cm^2 .



Imagen 1

3.1.2.3 Pozos de Revisión

Los pozos de revisión son parte importante del sistema de alcantarillado, son estructuras que salen desde el alcantarillado hasta la superficie y ayudan al mantenimiento y control del alcantarillado. Los pozos de revisión deben tener una resistencia de 180 kg/cm^2 si son de hormigón simple, y 210 kg/cm^2 si son de hormigón armado.



Imagen 2

3.1.2.4 Muros de Contención

Los muros son estructuras de hormigón o piedra que ayudan a soportar el empuje de las tierras de corte, de taludes. Existen varios tipos de muros que son:

1. Muros de Gravedad
2. Gaviones
3. Muros de Hormigón Armado

Los Muros de Gravedad son muros de hormigón cuyo peso es lo que genera la estabilidad. Los Gaviones son muros a gravedad hechos con piedras y son armados en el lugar. Los Muros de Hormigón Armado son como lo dice su nombre, de hormigón armado. En el caso de los muros, de hormigón simple, deben tener una resistencia de 180 kg/cm^2 , y los muros de hormigón armado deben tener una resistencia de 210 kg/cm^2 como mínimo.



Imagen 3

3.1.2.5 Obras de Alcantarillado

Las obras de alcantarillado son obras destinadas a proporcionar un cauce libre de aguas servidas y agua lluvia, y se encuentran debajo de la carretera. Las obras de alcantarillado son generalmente hechas con tubos de hormigón prefabricados y lo que se debe revisar es la integridad del tubo, que no tenga fallas, grietas, u otros defectos que impidan su correcto funcionamiento. Es recomendable que estos tubos cumplan con más de 210 kg/cm^2 de resistencia, a pesar de ser fabricados fuera de la obra.



Imagen 4

3.2 Topografía

La Topografía es un elemento muy importante dentro de la construcción de una carretera. La Topografía cuenta con varios equipos y herramientas que nos ayudan a realizar distintos trabajos. Es necesario conocer el lugar donde se realizará la carretera y hacer un replanteo de la obra. Además existen lugares por donde se harán cortes y rellenos dependiendo del terreno, y la topografía nos ayudará a establecer los volúmenes de movimientos de tierras. Además debemos usar la topografía para conocer las cotas de las diferentes capas de las que consta una carretera, y aprobar o desechar estos trabajos y los complementarios. Se debe privilegiar la obtención de datos por medios electrónicos para evitar la manipulación de la información. Todos estos aspectos relacionados con la topografía los conoceremos a continuación.

3.2.1 Equipos

La Topografía en general utiliza equipos de gran utilidad y otras herramientas que facilitan el trabajo. Entre los equipos de mayor uso en la topografía están:

1. Nivel
2. Teodolito mecánico
3. Teodolito electrónico
4. Estación total
5. GPS.

Las herramientas que se utilizan en la topografía son:

1. Plomada
2. Cinta métrica
3. Mira
4. Estacas
5. Pintura
6. Martillo
7. Flexómetro

Con los equipos electrónicos y digitales podemos descargar la información al computador y en el computador realizar el procesamiento de datos para tener un plano topográfico preliminar que debe ser revisado en campo posteriormente, y será aprobado o rechazado. Con todos los datos obtenidos se deben realizar las fajas topográficas del proyecto.

3.2.2 Replanteos

El replanteo es una parte necesaria de la topografía en el campo. El replanteo es realizar una inspección de los diferentes puntos de una construcción en el lugar donde va a ser construida. En el caso de las carreteras se hace el replanteo de ejes. Los distintos ejes van desde el eje de la vía, del alcantarillado o de cualquier otra obra complementaria que se va a construir. Además se deben colocar las laterales que son señales por donde irá la vía, se harán cortes o rellenos.

3.2.3 Cortes y Rellenos

En el caso de Cortes y Rellenos o Terraplenes en la construcción de una carretera, lo primero que se debe hacer es comprobar los valores calculados en el diseño. Esto se lo hace en el campo, en el lugar de la obra y se calculan estos valores. Si existen problemas, o si se puede variar un poco la ubicación de la carretera sin que esto afecte los parámetros principales de diseño, la fiscalización puede sugerir estos cambios para lograr menores volúmenes de tierra a cortar o rellenar. Se deben colocar los laterales a lo largo de las secciones de Corte o Relleno para poder hacer los cálculos correctos de volúmenes de tierra.



Imagen 5

3.2.4 Nivelación por capas

Durante la construcción de carreteras, es importante recordar que el pavimento está conformado por varias capas, sub base, base, capa de rodadura y sello. Todas estas capas se encuentran sobre un nivel de corte o relleno llamado sub rasante. En los diferentes tramos de una carretera, se va avanzando con la estructura del pavimento poco a poco. Y es fundamental que se revisen los niveles de todas las capas desde la sub rasante hasta el sello. La sub rasante que es el suelo sobre el cual se construirá la carretera debe tener una cota determinada. En el tramo correspondiente, donde esté lista la sub rasante se debe hacer una nivelación para comprobar que tenga la cota o altura necesaria y poder seguir a la colocación del material para lo conformación de la sub base. De la misma manera se debe hacer una nivelación cuando la sub base esté lista, y aprobado los niveles se continúa con la base. Al ser aprobada la base se culmina con la capa de rodadura y el sello.

3.2.5 Aprobación de obras complementarias

En una carretera existen obras complementarias que necesitan tener una cota específica. Antes y después de ser construidas se debe revisar estas cotas. Un caso de ello son los bordillos, que deben estar construidos en la misma cota de la sub base, y estar a una altura determinada sobre el pavimento. Además

existen otras obras que deben cumplir con las cotas de diseño, como: muros, obras de alcantarillado, etc.

3.3 Suelos

Los Suelos son de suma importancia en una carretera ya que está será construida sobre el suelo. Dentro del tema de Suelos debemos conocer los diferentes tipos de pavimentos con los que se puede construir una carretera y sus distintos elementos. Además es necesario realizar ensayos de laboratorio para comprobar el suelo y que este cumpla con las condiciones del diseño. Existen otras obras de importancia como son los talúdes y las obras de protección de carreteras y son consideradas dentro de los suelos.

Para poder trabajar con el suelo debemos conocerlo bien. El suelo es un conjunto de materia, tanto orgánica como inorgánica en la superficie terrestre que es producto de la meteorización de la roca y la descomposición de materia orgánica. El suelo puede ser residual o transportado.

El suelo residual es el que permanece en el mismo sitio. El suelo transportado, como lo dice su nombre es transportado por agentes distintos como el agua, el viento, y el hombre. En el suelo existen distintos estratos que son tipos de suelo de mismas características. El estrato es suelo residual o transportado. Cuando en el suelo existe alta concentración de materia orgánica se conoce al suelo como turba y no tiene ninguna utilidad. Los agentes de meteorización dependen de la ubicación de la roca original. Por la geografía ecuatoriana existen distintos tipos de agentes y así también distintos tipos de suelos. Mientras más se descende en el suelo se mejoran las características mecánicas e hidráulicas del mismo. Finalmente podemos encontrar suelos impermeables por los que pasa el agua.

El suelo tiene una gran división que son Suelos Gruesos y Suelos Finos. El suelo grueso tiene una forma equidimensional. Se rige por las leyes de la gravedad, tiene comportamiento hidráulico-mecánico. El suelo fino tiene forma acicular o laminar. La gravedad no es el fundamento de su comportamiento, se

unen por cargas y forman flóculos, y estos flóculos si actúan por gravedad. Se rigen por leyes osmóticas, eléctricas, químicas, etc.

El suelo grueso se divide en Roca, Cantos, Gravas gruesas, medias y finas, Arenas gruesas, medias y finas. El suelo fino se divide en Limos, Arcillas y Turbas. Pero la turba no se considera suelo sino material orgánico.

3.3.1 Comprobación de la Estructura de Pavimentos

Existen dos tipos de pavimentos que son rígidos y flexibles. Esto depende del tipo de capa de rodadura. El pavimento flexible consiste en capas de asfalto, mientras que el pavimento rígido consiste en capas de hormigón. En el caso del pavimento flexible, que es el más utilizado en las carreteras ecuatorianas, su dimensionamiento y la existencia de la sub rasante, y de las diferentes capas de pavimento dependen del material de sub rasante y del tipo de vía o carretera que se va a construir. No siempre están todas las capas y no siempre son de las mismas dimensiones. Las capas que conforman el pavimento flexible son: sub rasante, sub base, base, capa de rodadura, y sello.

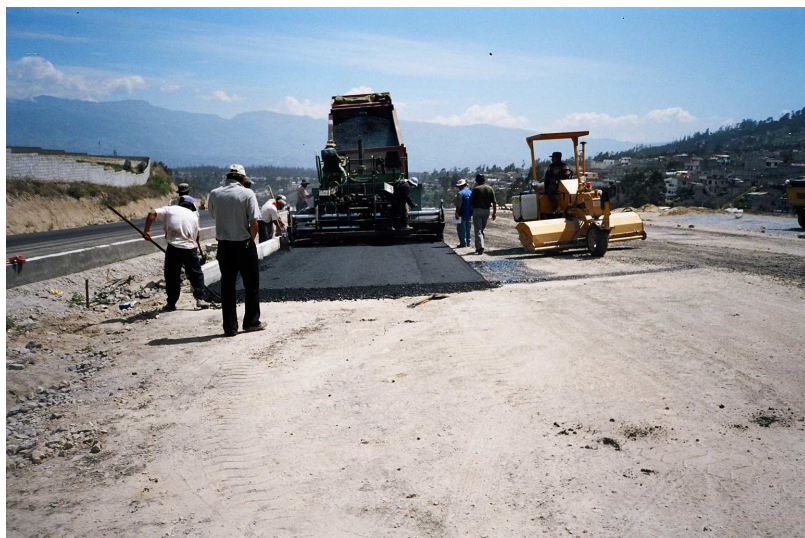


Imagen 6

3.3.1.1 Sub Rasante

La sub rasante es la capa que soporta las cargas transmitidas por el pavimento y es considerada la cimentación del mismo. Es prácticamente el suelo en corte

o relleno donde descansa el pavimento. Según su calidad, el grosor del pavimento puede variar. Si es un buen suelo, el pavimento será más reducido, pero si es malo, el pavimento será más grueso. Una función adicional de la sub rasante es evitar que el pavimento se contamine y que sea absorbido por el resto del terreno. Si el terreno no tiene la altura necesaria para cumplir con el proyecto, la sub rasante se crea con suelo similar creando una especie de mesa que soportará al pavimento.

3.3.1.2 Sub Base

La sub base es la primera capa de material que se coloca sobre el suelo o la sub rasante. Para la sub base se recomienda un espesor mínimo de 10 cm. La sub base no siempre es utilizada en el pavimento, pero nos permite transformar un espesor determinado de la base en un espesor equivalente con material de sub base. Este material impide que el agua del terreno ascienda por capilaridad y evita que el pavimento se dañe y sea absorbido por la sub rasante. Además controla el cambio de volumen en el suelo.

3.3.1.3 Base

La base es la siguiente capa y se la coloca sobre la sub base. Esta capa de material es un poco más gruesa que la sub base. Debido al tráfico actual, se recomienda que la base tenga un espesor de 12 a 15 cm. La base es la capa superior y recibe todos los esfuerzos que producen los vehículos. Tiene la capa de rodadura sobre ella porque la fricción en su superficie normal es baja. Esta capa necesita un tratamiento adicional para poder soportar las cargas y poder transmitir las apropiadamente al resto del pavimento.

3.3.1.4 Capa de Rodadura

La capa de rodadura es una capa de material aglutinante, a base de asfalto. Esta capa va sobre la base. Es una capa que siempre tiene que estar presente sin importar las condiciones que tenga la sub rasante. Es prácticamente la

última capa del pavimento. Esta capa protege a la base impermeabilizándola, evitando el desgaste y desintegración de la base.

3.3.1.5 Sello

Finalmente tenemos el sello, que no es más que una pequeñísima capa de material bituminoso a base de brea y alquitrán, que protege a la capa de rodadura del contacto directo con los vehículos. Por el peso de los vehículos, y la cantidad de vehículos que circulan por una carretera, el sello se adhiere con mayor facilidad a la capa de rodadura ayudando a su protección.

3.3.2 Métodos de Laboratorio

Previo al estudio de los métodos Proctor y de Compactación, debemos comprender otros conceptos necesarios. Esos conceptos están relacionados con procedimientos generales para todo ensayo de suelos en el laboratorio, y son los siguientes:

Muestreo: es salir al campo y tomar muestras con cantidades y calidades suficientes como para cumplir con un procedimiento específico. Las muestras de suelo pueden ser inalteradas o alteradas. Como lo dicen sus nombres, la muestra inalterada es tal como se encuentra el suelo originalmente o in situ. La muestra alterada es cuando el suelo ha sido alterado y llevado al laboratorio para hacer varios ensayos.

Cuarteo: es la división de la muestra de suelo en partes necesarias para llegar a la cantidad necesaria de suelo para el ensayo. Estas partes son partes representativas del suelo original.

Granulometría: es la medición de diámetros de los granos de un suelo. Para los suelos gruesos y finos se utilizan tamices normalizados que van separando al suelo. Estos tamices están clasificados por diámetros de la siguiente manera:

- 4"

- 2"
- 1"
- 1/2"
- 3/8"
- #4
- #6
- #10
- #20
- #40
- #60
- #100
- #200.

3.3.2.1 Proctor

El Método Proctor es uno de varios métodos utilizados para reproducir en el laboratorio las condiciones de compactación del suelo. Este método originalmente se conocía como Prueba Proctor Estándar, pero hoy en día se utiliza el denominado Prueba Proctor Modificado que aplica mayor energía de compactación que el estándar y está de acuerdo a las condiciones que se imponen por las grandes estructuras en la actualidad.

La Energía necesaria para aplicar al suelo se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Ee = \frac{N * n * W * h}{V}$$

Donde:

Ee= Energía especificada

N= número de golpes por capa

n= número de capas de suelo

W= peso del pisón

H= altura de caída del pisón

V= volumen del suelo compactado

Por medio de este procedimiento se estudia la influencia que tiene el contenido inicial de agua en el suelo. Se obtienen valores que dan como resultado que a contenidos de humedad crecientes, partiendo desde valores bajos, se obtienen pesos específicos secos más altos, y mejores compactaciones del suelo. Pero si la humedad pasa de un cierto valor, los pesos específicos secos disminuyen, dando malas compactaciones. Se concluye que existe una humedad inicial óptima, que ayuda a la obtención de buenos pesos específicos secos y buenas compactaciones.

Los equipos utilizados para el Proctor estándar o modificado son los siguientes:

- Molde de 100 cm. de diámetro, con capacidad de 0.944 +/- 0.008 litros, con diámetro interno de 101.6 +/- 0.4 mm., y altura de 116.4 +/- 0.1 mm.
- Molde de 150 cm. de diámetro con capacidad de 0.944 +/- 0.008 litros, con diámetro interno de 152.4 +/- 0.1 mm.
- Pisón metálico de 50 +/- 0.2 mm. de diámetro con peso de 2500 +/- 10 g. Este pisón se utiliza en el método estándar.
- Pisón metálico de 50 +/- 0.2 mm. de diámetro con peso de 4500 +/- 10 g. Este pisón se utiliza en el método modificado.
- Probetas graduadas con capacidad de 500 cm³, están graduadas cada 2.5 cm³.
- Balanza con capacidad de 10 kg. y precisión de 5 g. y otra con capacidad de 1 kg. y precisión de 0.1 g.
- Estufa
- Regla de acero de 300 mm. de largo.
- Tamices de 50, 20, y 5 mm. de abertura.
- Cápsulas.
- Pailas.

El Procedimiento es el siguiente:

1. Pesar y registrar la masa del molde vacío, determinar la capacidad volumétrica. Se procede a secar al aire la cantidad de suelo suficiente para el ensayo.
2. Se selecciona el material pasándolo por el tamiz #4. Se pesa el material retenido y el que pasó por el tamiz. Solo se utiliza el material que pasa por el tamiz.
3. Se mezcla el material con agua para alcanzar el contenido de humedad necesario, considerando el agua ya contenida en la muestra. Para que el contenido de humedad se distribuya uniformemente en toda la muestra, se guardan las proporciones de suelo en envases cerrados.
4. Se pesa el molde y la base. Se coloca el collar ajustable sobre el molde. Se coloca una capa de material, alrededor de una tercera parte de la altura del molde y el collar. Se compacta la capa con 25 golpes uniformemente distribuidos en el molde de 100 mm. de diámetro, el pisón de 2.5 kg. y una altura de caída de 30.5 cm. Se repite el procedimiento de colocar la capa y compactarla dos veces más. Antes de colocar una nueva capa de material se debe escarificar la superficie compactada. Al compactar la última capa quedará un pequeño exceso de material que sobresale $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ pulgada.
5. Se retira cuidadosamente el collar ajustado y se enrasa la superficie del molde con la regla metálica. Se pesa el molde con la placa y el suelo, se resta la masa del primero y se obtiene la masa del suelo compactado.
6. Se retira el material del molde y se extraen dos muestras representativas del suelo compactado. Se obtiene la humedad de cada una y se registra la humedad del suelo compactado como el promedio de las dos.
7. Se repiten las operaciones anteriores hasta que se de un decrecimiento de la densidad húmeda del suelo. El ensayo se efectúa desde la condición más seca hasta la más húmeda.

A continuación se calcula la Curva de Compactación.

Se debe obtener el Peso Específico Húmedo, se divide el Peso del Material Húmedo para el Volumen Interior del Molde.

$$\gamma_t = \frac{\text{Peso del material húmedo}}{\text{Volumen del molde}}$$

Con los datos del contenido de humedad ya calculados, de cada muestra se determina el Peso Específico Seco:

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{w + 1}$$

Donde:

W_w = peso del agua

W_s = peso de sólidos

Con los datos obtenidos se construye la Curva de Compactación. La Curva de Compactación para un suelo es experimental.

Pero es de suma importancia conocer la Curva de Saturación. Es una curva que representa la densidad seca de un suelo en saturación. Es decir cuando los vacíos del suelo están ocupados por agua, se expresa con la siguiente relación:

$$W = [1 / \gamma_d - 1 / G_s]$$

Donde:

γ_d = Peso específico seco

G_s = Peso específico relativo de las partículas.

El contenido de humedad es la humedad que se necesita para llenar todos los vacíos de una masa de suelo compactada a una densidad preestablecida.

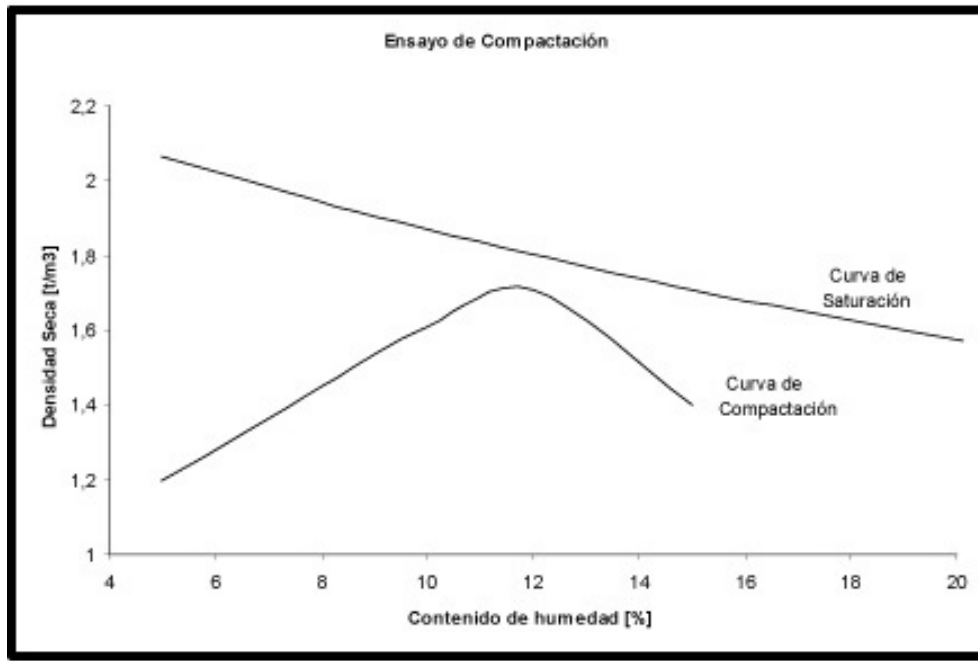


Figura 1



Figura 2

3.3.2.2 Compactación

Después de hacer el método Proctor, y conocer el valor que debe tener el suelo para su compactación, existen varios métodos para comprobar esa compactación. Es importante conocer que para un tramo largo de alrededor de 20 km. es importante tomar una pequeña sección de ese tramo para comprobar la compactación de ese suelo. Las muestras de suelo se deben tomar en la bomba o parte central de la vía y en los lados de esta. La distancia entre los

puntos de muestra en la parte central de 50 metros, y en los lados de 80 metros. Se toman las muestras de terreno dependiendo de varios factores. Para relleno o terraplén colocado, se toma las muestras cada 500 m³ o cada 100 metros lineales en promedio por cada capa colocada excepto la sub rasante. Para capas de sub rasante en 100 metros lineales como promedio en rellenos y terraplenes, y cuando sean por debajo de estos, cuando la altura sea menor a 2 metros.

Para la comprobación de la compactación de un suelo se pueden utilizar cualquiera de los siguientes métodos:

- Cono y Arena
- Nuclear
- Volumétrico
- Aceite
- Otros

A continuación veremos cada uno de ellos.

Cono y Arena: Se utiliza para obtener el peso y el volumen de suelo húmedo recuperado de un pequeño agujero cilíndrico hecho en el suelo compactado. El volumen del agujero se determina con el volumen calculado de la cantidad de arena que se necesita para llenar el agujero.

El equipo utilizado para este ensayo es:

- Frasco y cono de medición.
- Arena de Ottawa formada de cuarzo, peso específico de 2.70 T/m³, blanquecina, mal graduada con necesidad de calibrar, hidrófoba o que no absorbe agua o humedad.
- Balanza de precisión, aproximación de 0.1 g.
- Balanza de precisión, aproximación de 0.01 g.
- Herramientas para excavar el agujero: martillo, cincel metálico, cuchara, espátula, nivel de burbuja.

- Equipo para determinar contenidos de agua.
- Fundas plásticas para guardar el suelo del agujero, con tarjetas de identificación.
- Brocha

Procedimiento:

El primer paso es la calibración de la arena. Se debe determinar el peso del frasco de vidrio vacío (W_f), con una aproximación de 0.1 g. Se procede a llenar el frasco con agua. Colocar el frasco con agua en la balanza, colocar el agua que haga falta con una pipeta. Se determina el peso del frasco con agua (W_{fw}). Se debe repetir este procedimiento al menos tres veces y hacer un promedio de los pesos obtenidos. Con los promedios obtenidos se puede calcular el peso del agua, y el volumen del frasco de vidrio con las siguientes fórmulas:

$$W_w = W_{fw} - W_f$$

$$V = \frac{W_w}{\gamma_w}$$

Se conoce el peso del frasco de vidrio vacío, y se procede a atornillar el cono al frasco. Se llena el cono con arena y se abre la válvula del cono para llenar el frasco. Durante el llenado se debe ir agregando arena al cono para que el nivel de este llegue al menos a la mitad de manera constante. Se debe evitar cualquier tipo de movimiento brusco o vibraciones en el proceso de llenado del frasco. Una vez lleno el frasco, se retira cuidadosamente el cono, y se enrasa la arena del frasco. Evitando movimientos bruscos o vibraciones se determina el peso del frasco con arena (W_{fs}) con una aproximación de 0.1 g. Se repite este procedimiento al menos tres veces y se calcula los valores promedio de W_f y W_{fs} . Se pueden obtener el peso de la arena seca (W_s), y el peso unitario de la arena seca (γ_d arena), con las siguientes fórmulas:

$$W_s = W_{fs} - W_f$$

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

Es importante realizar la calibración de la arena con 24 horas de anticipación al ensayo in situ.

Ahora se debe determinar el peso de la arena necesaria para llenar el cono y el orificio de la placa base. Se llena el frasco con arena seca, se pesa el conjunto (W4) con una aproximación de 0.1 g. y se atornilla el cono al frasco. Se coloca la placa base sobre una superficie plana y limpia de una mesa de trabajo. Se coloca el cono sobre la abertura de la placa base. Se procede a abrir la válvula del cono y se espera hasta que la arena llene el orificio de la placa base y el cono. Se cierra la válvula, y se retiran el frasco y el cono. Se desatornilla el cono, y se determina el peso del frasco y de la arena sobrante (W5). Se realiza el procedimiento al menos tres veces. Se obtienen valores promedios y con ellos se puede calcular el peso de la arena utilizada para llenar el orificio de la placa y el cono con la siguiente fórmula:

$$W_c = W_4 - W_5$$

Finalmente se debe determinar el peso unitario del suelo in situ. Se llena el frasco con arena seca, se los pesa juntos (W6) con una aproximación de 0.1 g. Se tapa el frasco para evitar pérdidas de la arena durante el transporte. En la zona de trabajo se escoge un lugar para tomar la muestra. Se traza un cuadrado de 60 cm. de lado, limpiando el terreno y nivelando lo mejor posible la superficie. Se coloca la placa base en la superficie limpia y nivelada y se clavan dos clavos de 3" al lado de la placa para tenerla firme. Se excava un agujero de 15 cm. por la placa base. El suelo recolectado se lo almacena en una funda plástica y se la cierra para evitar pérdidas de humedad. Con la brocha se limpia el suelo del agujero para evitar presencia de aristas, y este suelo también se lo coloca en la funda. Es importante identificar el suelo en la tarjeta que tiene la funda. Se desatornilla la tapa del frasco con la arena previamente calibrada, se atornilla el cono. Se coloca el cono de manera invertida sobre la placa base. Se abre la válvula del cono para que la arena llene el agujero, el orificio de la placa

y el cono. Cuando la arena ya no descienda desde el frasco, se cierra la válvula y se retira el frasco y se lo tapa. Se extrae la arena del agujero y se lo rellena con suelo de relleno. Se desatornilla la tapa del frasco y se pesa el frasco con la arena restante (W_7) con una aproximación de 0.1 g. Por diferencia de pesos se determina el peso de la arena en el agujero, el orificio y el cono. Se puede calcular el volumen del agujero. Se pesa el suelo de la funda (W). De esta muestra se toman dos porciones representativas para determinar el contenido de humedad. Utilizando las fórmulas anteriormente mencionadas en este ensayo podemos determinar el peso unitario del suelo húmedo y del suelo seco.



Figura 3

Nuclear: El ensayo nuclear se lo realiza utilizando un aparato conocido como Densímetro Nuclear. Este aparato emite electrones hacia el suelo, y los recupera para hacer las mediciones. Tiene una pila radioactiva que lo hace peligroso y caro.

Para poder utilizar un densímetro nuclear es necesario calibrarlo primero. La calibración se hace de la siguiente manera. Se coloca el densímetro sobre el soporte de pruebas en un lugar abierto y distante de cualquier estructura al menos 10 metros. Se asegura que el manubrio este en la posición correcta. Se conecta el medidor y se presiona la tecla Start-Test. Se debe esperar un

minuto. Se presiona la tecla Contact-Count, presionar 2nd. F. Se presiona Density Standard Count y aparece diferencia +/- 300. Se presiona Moisture Count, 2nd. F. Se presiona Moisture Standard Display y aparece el dato diferencia +/- 30.

Luego en el campo para tomar la densidad del suelo se sigue el siguiente procedimiento. Ingresar los datos de Proctor en el densímetro. Con la placa, el cincel, y un martillo se hace una perforación en el suelo de alrededor de 20 cm. de profundidad. Se coloca el densímetro en el suelo, para que la varilla del manubrio descienda por la perforación. Se baja la varilla con el manubrio hasta la profundidad deseada. Presionar la tecla Standard Test. Esperar hasta que suena un timbre en el densímetro. Presionar Bulk Density. Y el densímetro nos da los valores de humedad, densidad seca, densidad húmeda, y el porcentaje de compactación del suelo.

Existen distintos densímetros, y es importante leer las instrucciones previo a su uso, e identificar como operar el densímetro. El procedimiento anterior es muy similar para todos los densímetros.



Figura 4

Volumétrico: Es también conocido como Balón de Densidad. Utiliza los mismos principios del Cono de Arena. El ensayo volumétrico es un ensayo para el que se utiliza una bomba que tiene una estructura metálica, una probeta de vidrio graduada, bomba de presión y vacío, globo y una plantilla.

Al salir al campo a tomar la muestra debemos colocar la bomba sobre el hueco dejado. Al bombear, el globo se infla tomando la forma del hueco. Es necesario que el globo ejerza la mayor presión sobre el suelo para conocer su compactación.

El ensayo volumétrico no es muy utilizado porque puede traer varios problemas como una falla en la bomba, rompimiento del cristal de la probeta interna del aparato, y que el o los globos utilizados lleguen a faltar por explosiones o rompimiento de los mismos por el roce con el suelo.

Aceite: En el ensayo con aceite se utiliza un recipiente graduado con aceite, se vacía parte de la muestra de suelo y se enrasa. Por diferencia de lecturas se obtiene el volumen final, en consecuencia el volumen de la muestra y posteriormente la compactación del suelo.

Estos dos últimos métodos ensayos para comprobar la compactación o el peso específico seco del suelo, no son muy utilizados en la actualidad por su dificultad en el campo.

3.3.3 Taludes

Los taludes no son más que cortes o rellenos en el terreno, de grandes tamaños y dimensiones. En algunos casos se los soporta con muros, pero si sus dimensiones son muy grandes no es posible hacerlo. Los taludes van junto a la carretera cuando se trata de un corte en la montaña, y en algunos casos son parte del relleno. Los taludes son construidos generalmente con maquinaria pesada.

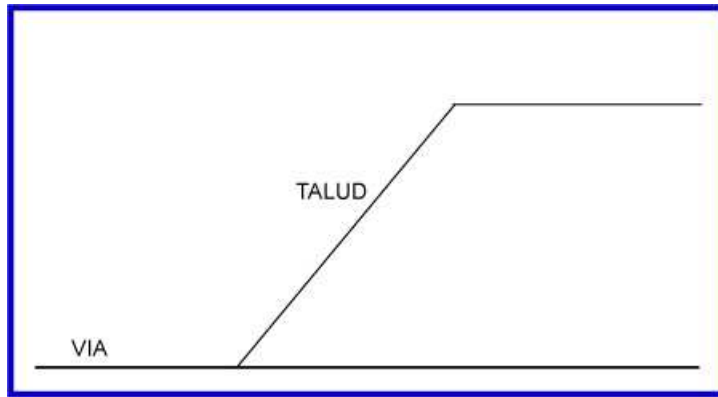


Figura 5

3.3.4 Obras de Protección

Los taludes se encuentran expuestos a los diferentes agentes climáticos, causando su erosión, los principales agentes de los cuales se debe proteger un talud son la escorrentía superficial y la subterránea. Para la protección de taludes debemos contar con obras que eviten los daños de las escorrentías. El diseño de estas obras depende de los períodos de lluvia en la región donde se construirá la carretera.

Una de las obras de protección es la cuneta de coronación. Esta cuneta se construye en la parte superior del talud. La cuneta recoge las aguas de la escorrentía superficial y estas no llegan al talud. Deben tener un mantenimiento previo al invierno para que funcionen apropiadamente, ya que en verano se azolvan o se llenan de material como hojas, tierra, y otros. Las dimensiones de las cunetas dependen del agua que van a evacuar.

Las cunetas de pie son las que se encuentran a los lados de la carretera. Estas cunetas reciben y evacuan el agua que cae sobre la vía y el talud en épocas de lluvias. Tanto las cunetas de coronación como las de pie deben ser construidas con hormigón, o un buen mortero.

En algunos casos que se necesite proteger el suelo de la sub rasante por ser suelo arcilloso se construyen drenes debajo de la vía. Estos drenes son tubos huequeados que tienen una malla adherida con mortero para evitar la

saturación de agua en el suelo y posteriores variaciones de volumen del mismo. Estos drenes evacuan el agua hacia las cunetas de pie.

Una obra de protección importante es con la presencia de vegetación. La vegetación debe existir sobre el talud. Su labor es reducir la velocidad de la escorrentía superficial. Además se puede recubrir el talud con mallas conteniendo vegetación y así evitar una posterior erosión del talud. En algunos casos ese recubrimiento se puede hacer con mallas de hormigón lanzado. Una herramienta muy útil en la construcción del talud, es que este sea hecho con terrazas en caso de ser muy alto.

En el caso de la escorrentía subterránea se debe proteger el talud con una obra conocida como galerías filtrantes. Esto es utilizado cuando existe mucha humedad, este sistema funciona con presión atmosférica, disipando la presión existente en el pozo dentro de la montaña para que la presión sea igual a la atmosférica. Dentro de este pozo cae toda el agua de la escorrentía subterránea.

3.4 Hormigones

Existen varias obras de protección y complementarias a una carretera que son construidas con hormigón. Es por eso que debemos conocer muy bien el proceso de elaboración del hormigón, los materiales, dosificación, y elaboración. Además los métodos de laboratorios que nos ayudan a conocer que tan bien se encuentra la muestra, y la dureza que va ganando el hormigón con el pasar de los días.

El hormigón puede definirse como un conglomerado fabricado artificialmente que se compone de partículas inertes unidas por un material cementante o aglutinante. El hormigón se compone de agua, cemento y agregados finos y gruesos. Al dosificar el hormigón se debe tomar en cuenta varios factores para que sea económico y que a la vez cumpla con requisitos de trabajabilidad, consistencia, resistencia y durabilidad.

3.4.1 Control Materiales

Anteriormente ya se mencionaron los materiales que conforman el hormigón, pero iremos analizando cada uno de ellos.

Agregados: Los agregados son alrededor del 65% de la mezcla total del hormigón. Se puede decir que la calidad del hormigón depende también de la calidad de los agregados. Los agregados son responsables de la resistencia a la aplicación de cargas, resistencia al desgaste, disminución en cambios volumétricos por el fraguado y en general mejoran la durabilidad del hormigón.

Los agregados gruesos, o el ripio, deben ser duros y limpios, si están cubiertos de impurezas como arcilla es necesario lavarlos para que disminuya la adherencia con la pasta. El agregado grueso no debe tener aristas vivas o angulares muy agudas ya que esto hace que disminuya la resistencia del conjunto.

El agregado fino o arena, a diferencia del ripio o grava o incluso del cemento y del agua, puede decirse que no es posible hacer un buen hormigón sin una buena arena. Las mejores arenas provienen de ríos, pero hay excepciones como las de cuarzo por lo que no se debe preocupar por su resistencia y durabilidad. La arena proveniente de minas suele tener impurezas en exceso por lo que es preciso lavarlas. La arena de mar, si es limpia pueden ser empleada en hormigón previo el lavado con agua dulce. En cualquier caso debe evitarse la presencia de materia orgánica en los áridos.

Son importantes varios factores relacionados con los agregados para lograr buenos hormigones. Se debe lograr un revestimiento total de las partículas. Debe haber una adherencia total entre agregados y la pasta para lograr una consistencia y trabajabilidad buena en el hormigón. Las variaciones granulométricas del agregado afectan a la resistencia del hormigón, ya que hay variaciones en cuanto al revestimiento de las partículas y los vacíos que deben llenarse. Según disminuye el tamaño nominal máximo del ripio se logran mayores resistencias ya que deben cubrirse menores cantidades de vacíos.

Una de las propiedades más importantes de los agregados es la forma de las partículas, y dependen de su origen y se conocen los siguientes tipos de partículas: redondeadas, angulares, irregulares, y alargadas.

Para lograr mayor resistencia e impermeabilidad el agregado debe presentar la máxima compactibilidad, es decir que tenga el menor contenido de impurezas.

Cemento: Es el principal elemento en la elaboración del hormigón, proviene de la pulverización del producto que se obtiene de la calcinación de materiales arcillosos y piedras calizas. La materia prima del cemento es triturada, secada, mezclada y molida para luego ser colocada en hornos con temperaturas de 1400° centígrados para formar el klinker. Los cementos Pórtland son hidráulicos por que fraguan y endurecen con el agua. Existen distintos tipos de cementos Pórtland y son los siguientes:

- Tipo I (ASTM) Normal (CSA): es un cemento de uso general y adecuado para todos los usos, no necesita propiedades especiales y se lo utiliza donde no tenga ataque de factores como sulfatos del suelo o del agua, variaciones importantes de temperatura, entre sus usos tenemos: pavimentos, aceras, edificios de cemento reforzado, puentes, estatuas, tanques, depósitos, alcantarillas, mamposterías, etc.
- Tipo II (ASTM) Moderado (CSA): se lo utiliza en la construcción general de hormigón que está expuesta a sulfatos y donde es requerida una pequeña disminución en el calor de hidratación. Entre sus usos tenemos: estatuas de gran masa, muros de contención gruesos.
- Tipo III (ASTM) Rápido Endurecimiento (CSA): este cemento permite obtener rápidamente resistencias altas en alrededor de una semana, es usado cuando se debe desencofrar rápidamente, o cuando la estructura debe entrar en servicio lo más pronto posible.

- Tipo IV (ASTM) De Bajo Calor de Hidratación (CSA): se lo utiliza cuando se necesita calor de hidratación bajo, como en estructuras de concreto de gran masa, donde el calor generado durante el endurecimiento es un factor crítico.
- Tipo V (ASTM) Resistente a los Sulfatos (CSA): se lo usa solamente en concreto que esta bajo el ataque de sulfatos del suelo o del agua, su resistencia aumenta más lentamente que usando el cemento Tipo I.

Existen otros cementos como: Cemento con inclusores de aire, Cemento Pórtland blanco, Cemento Pórtland puzolánico, Cemento para mampostería, Cementos especiales, Cementos para pozos petroleros, Cemento Pórtland impermeabilizado, Cementos plásticos.

El cemento debe mantenerse seco para mantener sus cualidades indefinidamente. El aire de la bodega donde será almacenado el cemento debe ser lo más seco posible, deben taparse todas las grietas y aberturas. Los sacos de cemento no deben almacenarse en suelos húmedos, no se los debe apoyar a los muros exteriores, y si el período de almacenaje es largo, los sacos deben ser cubiertos con lonas o cubiertas impermeables, en hileras de 5 a 8 sacos sobre tablones para permitir la circulación de aire. El cemento almacenado por largos períodos puede sufrir una compactación que se supera haciendo rodar los sacos. No es raro que el cemento recién adquirido llegue caliente, eso quiere decir que fue fabricado recientemente y no influye en las características del hormigón.

Agua: El agua es un material importante en el hormigón ya que la resistencia de este depende de la cantidad de agua utilizada, que se conoce como la relación agua cemento. El agua es necesaria para la completa hidratación del cemento, es alrededor del 50% de la que se emplea en la fabricación del hormigón. Existen diferentes clases de agua que debemos considerar en el proceso de elaboración del hormigón.

Se puede utilizar agua de mar que contenga máximo 3.5% de sal, pero para hormigón sin refuerzo. El hormigón puede endurecer más rápido, pero la resistencia a los 28 días puede no ser la ideal. Si se utiliza agua de mar en concreto reforzado, se puede elevar el riesgo de corrosión.

En el agua pueden estar presentes carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio que causan variación en los tiempos de fraguado según el tipo de cemento a utilizar, y en algunos casos también generan variaciones en la resistencia por lo que se deben hacer pruebas de fraguado y de resistencia a los 28 días.

La existencia del cloruro o sulfato de sodio puede tolerarse en grandes cantidades ya que estas concentraciones llegan hasta 20×10^3 p.p.m., pero no causan ningún efecto en la resistencia del hormigón.

Tanto el carbonato de calcio como el de magnesio son muy solubles en el agua, pero rara vez se encuentran concentraciones suficiente como para afectar la resistencia del hormigón.

Las aguas subterráneas no contienen más de 20 o 30 p.p.m., sin embargo las aguas ácidas de minas contienen grandes cantidades de hierro en cantidades de 40×10^3 p.p.m., pero no afectan al hormigón.

Si en el agua existen sales como las de manganeso, estaño, zinc, cobre y potasio, pero sobre todo la de zinc, pueden causar reducciones considerables en la resistencia del hormigón.

La aceptación de un agua ácida depende del P.H. de la misma. El P.H. del agua neutra es 7, si el valor es menor a 7 significa que hay acidez en el agua, y si el P.H. del agua es menor a 3 pueden existir problemas y se debe evitar el uso de esta agua.

Generalmente las aguas de desperdicios industriales tienen menos de 4000 p.p.m., y cuando esta agua es utilizada en la elaboración de hormigón, se

reduce su resistencia considerablemente. Las aguas que contienen desperdicios de curtidoras, fábricas de pinturas, plantas de productos químicos, plantas de galvanización, etc., contienen impurezas peligrosas y lo más recomendable es evitar su utilización.

Generalmente las aguas negras o servidas tienen alrededor de 400 p.p.m. de materia orgánica. Después de un proceso de tratamiento la concentración de materia orgánica se reduce a 20 p.p.m., y este valor no tiene efectos importantes en la resistencia del hormigón.

3.4.2 Control Dosificación

El control de la dosificación se basa en la fórmula dada para cada tipo de hormigón. Las proporciones de los materiales deben ser utilizados en la forma más económica, llegando a un hormigón con resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de estructura que es utilizado.

Existe información importante que debe ser conocida previamente al cálculo de proporciones, esa información es:

1. Análisis de tamizado y granulometría de agregados.
2. Densidades.
3. Porcentaje de absorción.
4. Peso unitario compactado (Densidad aparente).

En cuanto a los cementos, la información es la siguiente:

1. Se tiene o no inductor de aire.
2. Densidad real.
3. Densidad aparente suelta.
4. Hacer correcciones en el campo, si es requerido conocer la humedad en que se encuentran los agregados.

Un concepto básico que debemos tener en cuenta para la selección de las proporciones del hormigón es el siguiente. El hormigón debe contener la menor cantidad de agua pero dándole trabajabilidad suficiente, y alcanzar la máxima resistencia, durabilidad y otras propiedades. El hormigón debe alcanzar las más rígidas resistencias. Se utiliza el agregado con menor tamaño máximo que sea económico y que facilite la colocación en obra. El hormigón debe tener la durabilidad suficiente para soportar agentes climatológicos y otros agentes a los que está expuesta la estructura. Debe tener la resistencia requerida para soportar cargas sin peligros de falla.

Un elemento de cálculo importante es la relación agua cemento. Al escoger las proporciones hay que asegurarse una cantidad de agua adecuada para que la mezcla, y el hormigón soporten varios factores que con un control adecuado, se logrará un hormigón durable.

Cuando se tiene la dosificación más conveniente para el hormigón, se procede a la elaboración del mismo. Para esto se debe medir los materiales: agua, cemento, agregados. La medición para obras pequeñas se la hace por volumen, pero para obras grandes la medición es por peso. Para la dosificación con volumen se utilizan parihuelas con medidas genéricas, pero que ayudan a evitar errores al enrasar las parihuelas. El hormigón debe ser mezclado en concreteiras y es recomendable un orden que es el siguiente:

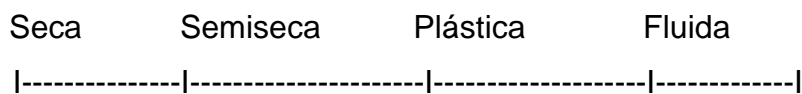
- 50% del agua
- Agregado grueso
- Cemento
- Agregado fino
- 50% del agua

Si se utilizan aditivos, estos deben ser disueltos previamente, en la primera mitad de agua. La mezcla debe durar lo suficiente como para lograr una mezcla homogénea de todos los componentes, esto es alrededor de 2 minutos.

3.4.3 Cono de Abrams

El hormigón fresco nos permite comprobar ciertas propiedades del hormigón fraguado, de esta manera un análisis del hormigón fresco nos permite hacer correcciones en la mezcla para que el hormigón sea de calidad.

Una de esas propiedades es la consistencia. La consistencia del hormigón fresco define el grado de fluidez en cuatro fases que son: seca, semi seca, plástica y fluida.



En la parte media de la consistencia tenemos la zona plástica, es decir que no es seca ni fluida. Tiene buena cohesión, masa uniforme, no hay segregación, todas las partículas de los agregados se encuentran totalmente cubierto por la mezcla. El resultado es una masa homogénea, uniforme. La consistencia va de acuerdo al tipo de obra a construir. En algunos casos se necesita una mezcla plástica, otras veces entre plástica y fluida, y en algunos casos una consistencia semi seca.

Otra propiedad es la trabajabilidad, que es la mayor o menor facilidad que presenta un hormigón fresco para ser manipulado, transportado, colocado y compactado. De esta manera, la trabajabilidad se puede calificar como buena, regular, o mala. Se debe tomar en cuenta que la trabajabilidad incide en el hormigón fraguado o seco. La trabajabilidad depende también de la compactación, y así la densidad del hormigón, mientras mayor compactación tenga, tendrá más densidad y como resultado una mayor resistencia del hormigón fraguado.

En la trabajabilidad influye directamente la cantidad de agua en la mezcla, no se debe añadir mayor cantidad de agua porque eso perjudica la resistencia del hormigón. También hay otros factores que influyen en la trabajabilidad como

son el tamaño de losa, agregados, la granulometría, la forma y textura de los agregados, la finura de la arena, el cemento, entre otros.

No existen pruebas directas para medir consistencia y trabajabilidad, es por eso que se utiliza un método indirecto. Este método mide el asentamiento del hormigón fresco. Consiste en colocar un molde de tronco cónico con medidas de 30 cm. de altura, 10 cm. de diámetro en la base superior y 20 cm. de diámetro en la base inferior. Este cono es conocido como el Cono de Abrams. Se coloca el cono ligeramente humedecido en una superficie horizontal, y se vacía el hormigón en el cono por tres capas hasta llenarlo. Cada capa debe ser compactada por una varilla de 16 mm. de espesor y 60 cm. de largo, finalmente con la última capa se enrasa con la varilla. Se retira cuidadosamente el cono y se ve como se desploma el hormigón a falta de paredes que lo contengan. La diferencia de alturas entre la del molde y el hormigón, nos dará el asentamiento, cuando más fluida es la mezcla se debe obtener un promedio de tres pruebas con el Cono de Abrams.



Figura 6

Cuando se da un asentamiento pequeño significa una consistencia semi seca o seca, pero un asentamiento grande quiere decir que la consistencia es fluida. Lo ideal es obtener una mezcla plástica que dará un asentamiento de 8 cm. Existen 3 tipos de asentamientos. Si la mezcla es plástica se da un asentamiento uniforme o normal. Si la mezcla es fluida se da un asentamiento por corte. Si es demasiado fluida tendremos un asentamiento desplomado. Es

muy importante revisar los códigos de construcción para encontrar los valores máximos y mínimos de asentamiento para distintas obras.

3.4.4 Cilindros de Prueba

Los cilindros de prueba son como dice su nombre cilindros de hormigón elaborados con la mezcla fresca en moldes metálicos que tienen 16 cm. de diámetro interno y una altura de 32 cm. y una sección transversal de 200 cm². Con estos cilindros se comprueba la resistencia específica ($f'c$) del hormigón fraguado a diferentes edades del hormigón, que son cada 7 días hasta llegar a los 28 días, cuando el hormigón debe llegar a la resistencia de diseño cuyas unidades son Kg/cm². Los cilindros son sometidos a cargas por medio de prensas especiales, el valor de la resistencia es el valor de carga cuando el cilindro falla o se rompe transversalmente.

Las pruebas de resistencia se realizan generalmente cada 7 días utilizando cemento Tipo I. Se considera que el hormigón logra el 100% de la resistencia de diseño a los 28 días. A los 7 días la resistencia no debe ser menor a los 2/3 de la resistencia especificada para los 28 días. Así se hacen comparaciones entre los datos de los 7 y 28 días, para establecer si el hormigón cumple con el diseño establecido.

3.5 Pavimentos

La carretera será construida con distintos tipos de pavimentos y es importante conocer el proceso de elaboración y colocación del pavimento. Se debe conocer materiales, planta de elaboración, colocación y los métodos de laboratorio que ayudan a comprobar la calidad del pavimento. En nuestro caso se estudiará el pavimento flexible que es el más utilizado en las carreteras del país. Anteriormente ya se mencionó la estructura básica del pavimento flexible.

3.5.1 Revisión de Planta y Materiales

Para la fabricación del material bituminoso que servirá para el pavimento se necesitan ciertos materiales y la colocación de una planta de pavimento en las cercanías de la obra. La planta de pavimento es una planta que debe ser revisada en su funcionamiento previo a su puesta en funcionamiento. Además se deben las balanzas y que los demás equipos de la planta se encuentren calibrados. Los equipos deben tener una temperatura preestablecida. Debe estar localizada en las proximidades de la carretera que se está construyendo, de esta manera logramos que el material bituminoso arribe a las diferentes partes de la carretera a ser pavimentadas con la temperatura y condiciones correctas para su colocación.

Los materiales con los que se fabrica el material bituminoso para el pavimento se basa en dos tipos de grava, arenas, y la brea. Es necesario que se haga una inspección previa de los materiales que van a ser utilizados para tener la certeza de que el producto final sea de muy buena calidad. Según el tipo de asfalto a colocar o de la capa que se colocará, variarán las cantidades de grava y arena, y de la densidad que este tenga.



Imagen 7



Imagen 8

3.5.2 Colocación

Donde será colocado el pavimento, se debe hacer un riego de una capa de emulsión asfáltica que ayudará a la adherencia del asfalto a la última capa de suelo colocada. La mezcla asfáltica debe llegar a una temperatura de 115 a 125° C. La mezcla se coloca en una máquina llamada Finisher o Entendedora que va formando una capa regular. Detrás de la máquina va un grupo de gente con rastrillos asegurándose que haya una textura regular y conveniente, y ayudando a unir las juntas entre franjas contiguas. Cuando la mezcla alcanza una temperatura entre 110 y 120° C se utiliza un rodillo ligero de entre 8 y 10 toneladas de peso para ayudar en la compactación de la mezcla. Posteriormente se utiliza un rodillo un poco más pesado para llegar a la compactación diseñada.

3.5.3 Métodos de Laboratorio

El método de Laboratorio más utilizado es el Método Marshall. A continuación conoceremos como se realiza este método.

Método Marshall: El método Marshall se utiliza para determinar la densidad y estabilidad de las muestras de pavimento. Las muestras para ser utilizadas

deben ser preparadas con anticipación, estas son de 4 pulgadas de diámetro y 2 ½ pulgadas de alto.

Los equipos que se utilizan para este ensayo son:

- Máquina de prueba Marshall
- Balanza electrónica con compartimiento metálico para peso sumergido
- Espátula
- Regla
- Horno
- Frasco calibrado de 1000 ml
- Multímetro para medir estabilidad y flujo
- Recipiente para hacer Baño María de 6" de profundidad con temperatura controlada de 60° +/- 16° C

Procedimiento:

Las muestras se encuentran previamente colocadas a baño María a 60° C de temperatura, deben ser retiradas y secadas en su superficie. Se debe pesar la muestra al aire y sumergida, este valor en gramos. Se calcula el volumen de la muestra en mililitros, el volumen de agua desplazada es la diferencia en peso en gramos. Se calcula el peso específico con la siguiente fórmula:

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso en aire}}{\text{Peso en aire} - \text{Peso sumergido}}$$

Se devuelve la muestra al Baño María para que no pierda su temperatura.

Nuevamente se retira la muestra del Baño María y se seca la muestra. Se mide la altura y diámetro de esta. Se la coloca en los anillos de prueba de la Máquina Marshall, este procedimiento no debe tardar más de 30 segundos. La máquina Marshall debe estar previamente calibrada para aplicar cargas a una velocidad de 2 pulgadas por minuto. Se aplica carga hasta alcanzar el máximo valor posible. Este valor es la estabilidad. Se toman lecturas de carga y

deformación según se aplica la carga. La deformación tomada en centésimas de pulgada durante la aplicación de la carga es el flujo.

La densidad de la muestra será su peso específico multiplicado por la densidad del agua. Para realizar la prueba de vanos es necesario desintegrar la muestra. Se calienta la muestra en el horno alrededor de 15 minutos, tiempo en el cual la muestra puede ser desintegrada en fragmentos finos no mayores a un cuarto de pulgada. Es necesario utilizar una bandeja metálica de un tamaño adecuado para el horno y para que el material de la muestra entre completamente dentro de la bandeja. Se enfría la muestra a temperatura ambiente y se la pesa. Se coloca la muestra dentro de una probeta de 1000 ml. añadiendo agua. Es importante observar que no exista aire atrapado. Si la muestra no cabe en un solo frasco, se debe separarla en dos y sustituir los 1000 ml. por el valor de agua utilizado. Se llena el frasco hasta la marca de calibración y se pesa. Se calcula el volumen de la muestra sin vanos con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen sin vanos} = A + B - C$$

A= peso del frasco + muestra

B= volumen de agua

C= peso del frasco + muestra + agua

Se calcula el volumen de vanos de la muestra con la siguiente fórmula:

$$V = \text{volumen total de la muestra} - \text{volumen sin vanos}$$

Se calcula el porcentaje de vanos en la muestra con la siguiente fórmula:

$$\%V = \frac{\text{Volumen de vanos}}{\text{Volumen total de la muestra}}$$

El volumen total de la muestra se utiliza para determinar el peso específico de la muestra.



Figura 7

3.6 Interferencias

Las interferencias son las distintas obras que existen en una carretera como son alcantarillado, agua potable, telefonía, instalaciones eléctricas. Estas interferencias son parte fundamental en una carretera ya que prestan servicios adicionales en la carretera y a poblaciones cercanas.

3.6.1 Alcantarillado

Durante la construcción de una carretera, pueden existir sectores en donde el alcantarillado de las zonas pobladas pase cerca o debajo de donde será la carretera. Anteriormente se hablo de obras de alcantarillado que son parte de la carretera, pero estas son alcantarillado para aguas lluvias. El alcantarillado que pueden interferir con una carretera es mixto o de aguas servidas.



Imagen 9

3.6.1.1 Tendido de tubería

La tubería de alcantarillado propio de la vía se lo hace excavando zanjas por donde esta tubería irá, y se la va armando con un mortero fuerte. Si en algún sector existe alcantarillado mixto o de aguas servidas, el tendido de la tubería debe hacerlo la entidad responsable de este servicio, que en muchos casos es la empresa municipal de alcantarillado.

3.6.1.2 Métodos de comprobación

El método de comprobación de que una tubería esté bien construida es la Prueba de Humo. Esta prueba consiste en quemar hojas secas de eucalipto o de papel en el interior de la tubería, y tapar ambos extremos de la misma para que el humo se encierre dentro de la tubería y salga por las uniones cubiertas por mortero. De esta manera se ve donde existen errores y se los corrige para que cuando pase el agua por la tubería no existan fugas que puedan causar problemas en el futuro.

3.6.2 Agua Potable

De la misma forma que con el alcantarillado, la tubería de Agua Potable solamente es instalada en sectores poblados. Es importante conocer el trazado de la tubería para saber como afectará a construcción de la carretera.

3.6.2.1 Inspección de redes

Para que la tubería de agua potable no genere problemas con la construcción de la carretera es importante conocer las redes existentes, y en algunos casos conocer por donde se desviará la red para facilitar la existencia de la carretera.

3.6.2.2 Coordinación con institución responsable

Como con el alcantarillado, se debe coordinar los trabajos que se vayan a realizar con la institución responsable que es la empresa municipal de agua potable. Se debe coordinar ya que los trabajos deben avanzar normalmente sin que se generen gastos adicionales o se eleven estos por interrupciones causadas por la construcción de la red de agua potable.

3.6.3 Teléfonos

En los sectores poblados por donde cruce la carretera, se puede dar la existencia de líneas telefónicas. Estas líneas pueden cruzar en algún sector por la carretera y es necesario conocer por donde van y como pueden afectar a la carretera.

3.6.3.1 Inspección de Instalaciones Existentes

Se debe conocer el tendido de la red telefónica y las instalaciones existentes. Se debe revisar si existe canalización telefónica, si la red es aérea, pozos, cajetines, etc. Muchas de estas instalaciones podrían afectar la construcción de la carretera sobre todo las instalaciones subterráneas como la canalización telefónica y los pozos.

3.6.3.2 Coordinación con institución responsable

Las instituciones responsables son las empresas telefónicas con quienes se debe realizar la inspección de instalaciones, y los trabajos en caso de que sean

necesarios. Si es que se necesita reubicar pozos, o al construir la carretera conocer exactamente donde se encuentran estas instalaciones para no dañarlas.

3.6.4 Instalaciones Eléctricas

Al igual que con las instalaciones telefónicas, las instalaciones eléctricas son necesarias no solo por las zonas pobladas sino para la iluminación nocturna de la carretera en caso de ser necesaria. Las instalaciones eléctricas son básicamente los postes y el tendido eléctrico, tanto para sostener el cableado como para iluminación, y las torres de energía eléctrica.

3.6.4.1 Inspección de Instalaciones Existentes

Se debe inspeccionar y constatar las instalaciones eléctricas existentes en las cercanías de la obra, que son básicamente los postes y las torres. Muchos de estos postes soportan cables para suministrar de energía a las poblaciones cercanas, y en algunos casos, sobre todo en sectores fuera de la ciudad existen torres de energía eléctrica. Si estos postes se encuentran en donde se construirá la carretera o se realicen obras futuras, se debe coordinar la reubicación de los postes o de las torres, según sea necesario. Posteriormente cuando la carretera ya esté terminada, se debe prever la ubicación de postes de iluminación.

3.6.4.2 Coordinación con institución responsable

La institución responsable es la empresa eléctrica del sector, y en el caso de la torres es la entidad responsable de la distribución del Sistema Nacional Interconectado. Con las dos instituciones se debe coordinar para no causar problemas con la energía de la población, y que sus obras no causen problemas con la construcción de la carretera.

Capítulo IV.
Aspecto Económico.

Aspecto Económico

Una parte sumamente importante dentro de la fiscalización de carreteras es el aspecto económico. El fiscalizador debe mantenerse al tanto del avance físico de la obra y comprobando que se vayan cumpliendo con plazos y fechas. Además debe revisar las planillas de pago elaboradas por el constructor donde constan las obras en un periodo determinado de tiempo. Finalmente debe aceptar o rechazar esos trabajos para que el dueño de la obra proceda a pagar al constructor por sus trabajos, para que la obra continúe hasta finalizarla. Es así que la parte económica de la construcción no solo de carreteras sino de cualquier obra civil es una parte vital, ya que sin dinero no se puede construir nada.

4.1 Avance de Obra

El avance de obra es un punto fundamental dentro de la fiscalización de cualquier tipo de obras. Previo al inicio de la construcción de cualquier obra, el constructor debe tener lista una programación de obra con una ruta crítica. La ruta crítica no es más que la serie de tareas que deben completarse según la programación de obra, para que el proyecto termine a tiempo, cada una de las tareas dentro de la ruta crítica, es una tarea crítica. Esta programación debe contar con todas las distintas actividades a realizar a lo largo de la construcción de la obra. Estas actividades se pueden agrupar en rubros. Cada rubro contará con un tiempo de construcción que afecta directamente al tiempo total de la obra. Una vez estimados todos los tiempos de los rubros existentes, se realiza la red de secuencias de actividades y se establece la ruta crítica con un sistema de barras. Finalmente así se puede establecer los tiempos necesarios para entregar la obra.

Con la programación realizada por el propio constructor, el fiscalizador controla que los trabajos y las obras se vayan cumpliendo dentro de los tiempos establecidos. Semanalmente se debe realizar una evaluación de los trabajos realizados hasta el momento y comparar su avance con la programación de obra. Esta comparación se la hace a través de la curva de avance de obra.

Esta curva se compone por el avance de obra y los días. Si existen atrasos o variaciones en las fechas, que es muy común, se debe realizar una reprogramación desde esa semana hasta el final de la obra. Así se ajustan nuevos tiempos y fechas para que el constructor pueda cumplir con la fecha de entrega definitiva de la obra.

La programación de obra es una herramienta muy útil tanto para el constructor, el fiscalizador, y el contratante o dueño de la obra. Esta herramienta permite establecer los plazos de finalización de un contrato y la fecha de entrega definitiva de la obra. Ayuda a controlar el avance de los trabajos y a que el fiscalizador pueda obligar al constructor a cumplir con los tiempos de una manera adecuada, sin descuidar la calidad del trabajo. El avance de obra es establecer como van avanzando los trabajos de acuerdo a la programación y que se cumplan fechas establecidas para evitar problemas futuros como lo son multas o cobro de garantías previamente entregadas por el constructor.

4.2 Elaboración de Planillas del Constructor

Las planillas del constructor son planillas de pago. Estas planillas sirven para llevar un control del avance mensual de los trabajos y para cobrar los valores correspondientes de estos trabajos al contratante o dueño de la obra. Las planillas están elaboradas con los rubros y los precios unitarios del contrato, con las cantidades medidas en el período, que como se dijo, es mensual.

Las planillas de pago tienen dos formatos en su elaboración. En el primer formato se registran los siguientes datos:

- Obra
- Contratista
- Período de trabajo
- Fecha
- Ítem
- Rubros de trabajo
- Unidades

- Precio unitario
- Cantidades
 - Contrato
 - Total anterior
 - Esta planilla
 - Total a la fecha
 - Saldo
- Valores en dólares
- Descuentos
- Firmas responsables

En el segundo formato de una planilla se registran los siguientes datos:

- Fórmula polinómica del contrato
- Salarios reales de Contrato
- Salarios reales actualizados
- Índices
- Aplicación de la Fórmula
- Descuentos y determinación reajuste

De los dos formatos anteriores el primero es el más utilizado, ya que se puede medir las unidades avanzadas en cada rubro. Con cualquiera de los dos formatos utilizados, el constructor elabora la planilla, y la entrega al fiscalizador, que revisa que las cantidades, los valores sean correctos, y los compara con la obra real. En ese momento el fiscalizador firma la planilla aceptando lo que en ella consta, y es entregada al dueño de la obra para que proceda con el pago de la misma.

Para una mayor comprensión de la entrega de la planilla, es preciso describir como se la hace utilizando el premier formato. La obra es el nombre contractual de la obra que se esta llevando a cabo en el momento. En contratista se pone el nombre de la persona natural o jurídica que es el o la contratista. El periodo de trabajo es el tiempo considerado para el cobro de los trabajos, que normalmente es un mes, por ejemplo: Del 01-05-2006 al 31-05-2006. En la

fecha se pone la fecha de entrega de la planilla. El ítem es un número que se asigna a la actividad realizada. El rubro de trabajo es el nombre específico de la actividad realizada como por ejemplo: Movimiento de Tierras. Las unidades son las unidades en que se mide el rubro, puede ser: m², m³, u, etc. El precio unitario viene de un análisis de precios unitarios realizado por el contratista al momento de ofertar sus servicios, previo a la firma del contrato, en este caso el fiscalizador debe vigilar que esos valores se cumplan en todas las planillas y que no haya variación de los mismos ya que esto sería considerado como un incumplimiento al contrato. En cuanto a las cantidades, se detalla las cantidades del contrato, es decir las cantidades de diseño, también el total anterior que es un total de todas las planillas entregadas anteriormente, la cantidad de la planilla actual, el total a la fecha que es una nueva suma con los valores de la planilla actual, y finalmente el saldo o lo que queda por cumplir para alcanzar los valores del contrato. Continúan los valores en dólares que no es más que una multiplicación de cantidades por precio de la planilla actual. Los descuentos en caso de existirlos para poder obtener el valor total de la planilla. Y finalmente van las firmas de las personas responsables, es decir, fiscalizador, residente de obra, y contratista.

Los otros valores que se hacen constar en el segundo formato son cantidades que responden a fórmulas que se establecen en la firma del contrato.

FAMILIA LOPEZ RENDÓN											
PLANILLA N: 2		OBRA: Cerramiento de Casa		FECHA DE SUSCRIP. CONTRATO:		Agosto 1 del 2005					
FECHA: Agosto 8 del 2005		VALOR CONTRATADO: 10069,17		FECHA DE INICIO DE PLAZO:		Agosto 1 del 2005					
CODIGO: 2		CONTRATISTA: Sr. Ramón Valdéz		FECHA DE TERM. DE PLAZO:		Noviembre 5 del 2005					
ITEM	RUBRO DE TRABAJO	U	PRECIO UNITARIO	CONTRATADO		CANTIDADES			COSTO		
				CANT	PRECIO TOTAL	TOTAL ANTERIOR	ESTA PLANILLA	TOTAL A LA FECHA	TOTAL ANTERIOR	ESTA PLANILLA	TOTAL A LA FECHA
1	Replanteo	m2	0,58	1500	870,00	1500		1500	870		870
2	Limpieza del terreno	m2	0,45	1500	675,00	1500		1500	675		675
3	Bodega Contratista	m2	20,74	3,8	78,81	3,8		3,8	78,81		78,81
4	Excavación de plintos muro	m3	3,62	47,36	171,44		47,36	47,36	171,44		171,44
5	Plintos de H. Simple 210 kg/cm2	m3	61,13	14,21	868,66		14,21	14,21	868,66		868,66
6	Columns H. Simple 210 kg/cm2	m3	61,13	5,03	307,48		5,03	5,03	307,48		307,48
7	Colocación tubos columnas	u	3,67	74	271,58			-	-		-
8	Mampostería bloque	m2	10,02	158	1583,16			-	-		-
9	Tubos superiores	u	3,67	53	194,51			-	-		-
10	Malla 50'10	m2	20,68	189,6	3920,93			-	-		-
11	Colocación puerta	u	62,6	1	62,60			-	-		-
12	Limpieza final	m2	0,71	1500	1065,00			-	-		-
					10069,17					1347,58	
VALOR					1280,20	TOTALES			1623,81	1347,58	2971,40
						FONDO DE GARANTIA 5%			81,59	87,38	148,57
						RET. A LA FUENTE 5%					0,00
VALOR A PAGAR						ANTICIPO					
SON: MIL DOSCIENTOS OCHENTA CON 20/100 DOLARES AMERICANOS						LIQUIDO A PAGAR			1542,22	1280,20	2822,83
						SUMAN IGUALES			1623,81	1347,58	2971,40
EL CONTRATISTA		EL RESIDENTE DE OBRAS				FISCALIZADOR DE OBRAS					
SR. RAMÓN VALDÉZ		ING. IVÁN CARRIÓN				JOSÉ LUIS HIDALGO					

Figura 8

4.3 Pagos

Para realizar el pago de los trabajos correspondientes se necesita la planilla que anteriormente se explicó. Una vez revisada, y firmada la planilla por el fiscalizador, ésta es entregada al contratante, quien también revisa y compara con planillas anteriores en caso de existirlas. Una vez revisadas, el contratante procede a pagar los valores de la planilla. Los valores recibidos por el contratista son utilizados para cubrir todos los gastos generados por las obras en el período planillado. Cuando se realiza la última planilla se procede de la misma manera que en casos anteriores, pero al ser la última, se debe realizar la Entrega-Recepción de la obra terminada.

La Entrega-Recepción de la obra es como dice su nombre la entrega por parte del contratista y la recepción por parte del contratante. Se crea una comisión de recepción. Esta comisión esta conformada de las siguientes personas:

- 1 o 2 técnicos
- 1 abogado o asesor jurídico
- 1 departamento de finanzas

La comisión realiza un examen al fiscalizador y al constructor. En este examen se revisa la historia de la obra, si han habido quejas por las partes, problemas, etc. Una vez superado este paso se hacen dos actividades simultaneas. La revisión de documentos y la inspección física de la obra. Finalmente se realiza el Acta de Entrega Recepción y se procede a la liquidación financiera de la obra. Con esto queda terminada la obra oficialmente y cumplido el contrato de construcción entre las partes.

Capítulo V.
Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones

1. Este Manual de Fiscalización de Carreteras debe servir como un texto de consulta y el aprendizaje para estudiantes y profesionales en el área de la construcción. Brindar las herramientas necesarias para realizar una buena fiscalización en la construcción de un carretera en el Ecuador, tomando como referencia tres aspectos fundamentales como son: Legal, Técnico, y Económico.

2. En la Ley de Contratación Pública se habla sobre los distintos aspectos y responsabilidades que tiene una fiscalización en una obra de carácter público. El fiscalizador debe revisar el cumplimiento del contrato por parte del contratista. Vigilar los aspectos técnicos, y hacer sugerencias y recomendaciones que mejoren la manera en la que el contratista trabaja. Súper vigilar el rendimiento de los empleados del contratista, comprobar que las obras se realicen de acuerdo a los diseños previos, controlar que la obra no exceda los valores de costos previamente aprobados en el contrato. La Ley habla también sobre el Libro de Obra y como el fiscalizador debe mantenerlo con él, y todo lo que se escriba en este libro será de conocimiento de las partes. El fiscalizador debe vigilar todo lo concerniente a la ejecución de las obras o trabajos de construcción. Puede ordenar suspensión de trabajos y demoliciones si las obras no cumplen con los diseños. El fiscalizador es además un interlocutor entre las partes, que son el contratante y el contratista. Puede dar recomendaciones, o sugerencias para mejorar los trabajos, o superar problemas que se presenten durante la construcción.

3. Según la Ley de Consultoría la fiscalización es una parte importante de la consultoría sea esta realizada por una persona natural o una persona jurídica. Incluyendo todos los distintos campos complementarios que ayudan a la consultoría a realizar una buena fiscalización, estos campos pueden ser los de topografía, aerofotografía, cartografía, entre otros.

4. Según la Contraloría la fiscalización es una herramienta que debe vigilar la ejecución de los trabajos cumpliendo con los aspectos legales, técnicos y económicos. Llevar un control de calidad, de cantidades de obra y proporcionar soluciones técnicas. Dentro de todas estas leyes también están establecidos los distintos tipos de contratos de fiscalización que existen y por los montos que estos se firman, y toda persona dedicada a la fiscalización debe estar al tanto de estos requerimientos. El fiscalizador debe estar al tanto del contrato firmado entre el contratante y el contratista, conocer las distintas cláusulas y términos en los que se firmó el contrato. Como se ha dicho anteriormente, el fiscalizador es el representante del dueño de la obra o contratante y es esta la razón por la que debe conocer el contrato de construcción para poder hacer cualquier reclamo, y ejercer correctamente sus funciones de fiscalización.

5. En el aspecto técnico el fiscalizador debe estar muy bien preparado en la parte técnica, ya que debe vigilar, inspeccionar y controlar la construcción de todas las obras dentro de la carretera. Considerar distintos puntos como son: diseños, topografía, hormigones, suelos, pavimentos e interferencias. Un buen fiscalizador debe estar al corriente de métodos constructivos y especificaciones técnicas de las distintas obras que se van a realizar. Además debe conocer los distintos reglamentos y normas constructivas vigentes, y en el caso de una carretera, saber lo que el Ministerio de Obras Públicas dice al respecto de las distintas obras. Con todos estos conocimientos está facultado para hacer cualquier observación o reclamo de una manera técnica y profesional. Puede llamar la atención al contratista si existen errores en los métodos constructivos aplicados. Además puede brindar soluciones o hacer recomendaciones para mejorar la metodología del contratista.

6. Dentro del tema económico, se encuentra el avance de obra. El fiscalizador debe conocer los plazos contractuales y la programación de obra realizada por el contratista, y con estas herramientas puede conocer que tiempo debe tardar la construcción de cada obra, y el

tiempo de duración de la obra total, que en nuestro caso es una carretera. Además debe estar al tanto de los avances realizados semanalmente para efectuar su control, y realizar reprogramaciones del tiempo si estas fueran necesarias. Las planillas son como una memoria de los trabajos realizados, pero sirven para cobrar por estos trabajos cada mes. El fiscalizador está obligado a revisar las planillas, ver que todos los valores estén correctos, y que se cobre adecuadamente. Es el encargado de entregar las planillas al contratante para que se proceda al pago de los trabajos realizados. Finalmente se procede al pago. El contratante pagará el valor de las planillas al contratista. Y cuando las obras terminen y se proceda a la entrega de la obra, el fiscalizador debe rendir un examen en el cual entregará sus evaluaciones y conclusiones sobre la obra. Y posteriormente integrará una comisión que evaluará las condiciones de la obra para poder entregarla al contratante.

7. El aspecto económico es una parte fundamental para el avance de una obra. Sin dinero no se pueden hacer los trabajos ni pagar a los empleados, o realizar los gastos correspondientes. El fiscalizador debe estar pendiente que las obras cumplan con los plazos establecidos en el contrato de construcción. Las fechas y los plazos son fundamentales para poder entregar la obra en la fecha concordada. Con las planillas se cobra por los trabajos realizados a lo largo de un período de tiempo, un mes, y con ese dinero se cubren todos los gastos generados por la construcción. Para el contratante es muy difícil avanzar con los trabajos si los valores de las planillas no le son canceladas. Es por eso que el fiscalizador debe revisar bien los valores de las planillas y entregar a tiempo las planillas al contratante para que así mismo se pague a tiempo al contratista. Con los pagos, el fiscalizador debe continuar con su trabajo ya que el contratista puede trabajar, y no deben existir excusas de paralización de trabajos o demoras por falta de dinero. Finalmente el fiscalizador al entregar la obra debe ser completamente honesto y veraz con la información entregada al contratante. Si existen observaciones o reclamos por parte de la fiscalización, estas deben ser presentadas a tiempo para evitar que existan problemas en la obra.

8. En resumen, el fiscalizador debe controlar todos los aspectos de la obra, desde la organización, tiempos, recursos, y demás, y vigilar que el constructor lo haga también. Que la obra se realice dentro los parámetros económicos establecidos, para que se cumpla con el contrato de construcción firmado entre el contratante y el contratista. Que las distintas obras cumplan todos los aspectos técnicos y de diseño establecidos en el contrato y por las normas constructivas vigentes en el país como son los códigos y el instructivo del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador. Además la obra debe cumplir con las leyes del país, tanto de Contratación Pública como de Consultaría. Eso quiere decir que se vigile que el o los contratos sean firmados dentro de términos legales, que la ley se cumpla por todas las partes, es decir, por el constructor, el contratante o dueño de la obra y por el propio fiscalizador. El fiscalizador debe estar consciente de todas sus responsabilidades y cumplirlas a cabalidad. Todas estas conclusiones ayudan a comprender lo que el fiscalizador debe realizar en su trabajo, y que su trabajo de resultados de calidad. De esta manera podemos ver como este Manual será de gran utilidad para estudiantes, profesores, y profesionales del área de la construcción entendiendo las labores y responsabilidades de un fiscalizador, sobre todo en una carretera.

Recomendaciones

1. Todo fiscalizador debe estar al tanto de las leyes que rigen su actividad, así puede tener todas sus acciones respaldadas legalmente, pero además debe estar pendiente en caso de que existan cambios en las leyes o variaciones en las mismas.
2. Un fiscalizador debe conocer muy bien los códigos y normas constructivas. Así, como con las leyes, debe estar al corriente de

cambios, actualizaciones, o variaciones en los códigos que se utilizan en el país.

3. El fiscalizador debe conocer muy bien los valores del contrato, y sobretodo los precios entregados por el contratista, para cuando se hagan las planillas pueda evitar que existan variaciones en los precios, o que se cobre algo que no es.
4. El fiscalizador al ser representante del dueño de la obra, debe ser respetado por el contratista y por sus trabajadores. Es decir debe hacerse respetar, pero a la vez el respeto debe ser recíproco hacía la otra parte.
5. Lamentablemente en el Ecuador, y sobre todo en obras de carácter público, los contratistas, se han acostumbrado a sobornar y hacer favores a los fiscalizadores. Un buen fiscalizador debe ser una persona recta, y honesta. No debe permitir sobornos, favores, ni insinuaciones de los mismos.

Bibliografía.

Ley de Contratación Pública Reglamento y Legislación Conexa, Corporación de Estudios y Publicaciones, Talleres de la Corporación de Estudios y Publicaciones, Ecuador, Agosto 2002.

Ley de Consultoría Reglamento y Legislación Conexa, Corporación de Estudios y Publicaciones, Talleres de la Corporación de Estudios y Publicaciones, Ecuador, Marzo 2003.

Manual de Caminos Vecinales, Rene Techaren Gutiérrez, Asociación Mexicana de Caminos, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México, D.F., 1976

Manual de Laboratorios de Suelos en Ingeniería Civil, Joseph E. Bowles, Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S.A.

Ensayos de Suelos y Materiales, Departamento de Capacitación y Entrenamiento, Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

<http://html.rincondelvago.com/determinacion-de-la-densidad-del-terreno.html>

<http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica6.htm>

<http://www.demecanica.com/Geotecnia/geotecnia.htm>

<http://www.elvec.com.mx/suelos01.html>

<http://www.construaprende.com/Trabajos/T7/index.html>

www.gmanow.com/pdf/MurosYTaludesDeSueloReforzado.doc

<http://icc.ucv.cl/hormigon/1019.htm>

<http://icc.ucv.cl/obrasviales/asfalto%20dise%F1o.htm>