Replanteo e Instalación de Alcantarillas en una Carretera

Juan A. Farías Meza[1], Geovanny R. Franco Zapata[2], Jonathan R. Merizalde Medranda[3], Ing. Eduardo Santos Baquerizo[4]
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra [1] [2] [3] [4]
Escuela Superior Politécnica del Litoral [1] [2] [3] [4]
Km. 30,5 Vía Perimetral, 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador [1] [2] [3] [4]
afarias@espol.edu.ec[1], grfranco@espol.edu.ec[2], jmerizal@espol.edu.ec[3], esantos@espol.edu.ec[4]

Resumen

En la presente Tesina de Seminario de Graduación se realiza Replanteo e Instalación de Alcantarillas en una Carretera. El propósito planteado radica en mostrar de una forma practica y objetiva las labores de Campo y Oficina que los Ingenieros Civiles realizan en la Ejecución de Obras de Drenaje para garantizar que el profesional tenga un buen proceder, que conozca y use normas y técnicas constructivas adecuadas para obtener acabados óptimos y cumpla lo establecido en el diseño del sistema de drenaje. Para poder mostrar esto hemos usado los datos de una Carretera. El desarrollo de este trabajo se sustenta en los conocimientos adquiridos en el Seminario de Graduación en Vías de Comunicación, además de procesos descritos en diversos textos guías y manuales donde se resaltan las técnicas constructivas empleadas en movimientos de tierra, instalación de alcantarillas, rellenos y Obras de Arte además de varios criterios útiles para interpretar la documentación técnica y seleccionar maquinarias y equipos; por último, la experiencia de los profesionales que laboran a nivel local en el medio de la construcción

Palabras Claves: *replanteo, instalación de alcantarillas, carretera, obras de drenaje.*

Abstract

In this Seminar Graduation Thesis is the Settle and Instalation of Pipes in a Highway. The purpose is to show the Field and Oficce tasks of the Civil Ingeneers in the execution of the Drainage Works to ensure in the professional a good development, the knowledge and use of standars and constructive techniques to obtain optimal finish and fulfil the design of the Drainage System. To show this we use data of a Highway. The development of this works is based on knowledge acquired in the Highway Seminar Graduation, in addition of processes described in many Guide Texts and Handbooks which outline the building techniques used in earthmovement, Pipe installation, Fillings, architectural works; in addition of helpful criteria to interpret the Technical Documentation, Selection of Heavy Duty Machine and Equipment; finally, the experience of Local Building Professional.

Keywords: *settle, instalation of pipes, highway, drainage works.*

1. Introducción

En el presente documento vamos a describir con ejemplos las labores de Campo y Oficina que los Ingenieros Civiles deben realizar para llevar a cabo la Instalación de Alcantarillas Circulares con Muro de Alas y Losa de Hormigón en una Carretera. Esto se realizo por la importancia que tienen estas obras para garantizar la seguridad y funcionamiento de la Carretera.

Objetivo

En el momento que el profesional es encargado de la ejecución de una obra vial deberá afrontar la construcción de sus obras de drenaje, en vista de esto se propone como gran objetivo para esta Tesina servir como guía para que los Técnicos de Campo tengan los suficientes criterios y herramientas para llevar a cabo de una manera adecuada una instalación de tuberías en una carretera y presentar a la Fiscalización cambios o extensiones el diseño necesarias por las condiciones reales del terreno

2. Recopilación de datos técnicos para el replanteo e instalación de alcantarillas

Antes de llevar a cabo la ejecución del proceso constructivo de una carretera el Ingeniero debe de conocer las condicionantes que afectan a la construcción. Estas condicionantes las encontramos en los diseños, especificaciones técnicas y memorias de cálculo del proyecto, sin dejar a un lado el conocimiento del terreno en que se va a ejecutar el replanteo e instalación de las obras de drenaje, en nuestro caso alcantarillas.

Diseño Horizontal

El Diseño Horizontal de una vía es la representación en planta del eje que define la carretera, el cual esta formado por una sucesión de alineamientos rectos y curvas, así como puntos de referencia nuevos como punto de inicio de carretera, punto final de carretera, hitos de referencia; puntos de referencia existentes como filos de acera, bordillos, puntos naturales notables así como la ubicación de alcantarillas nuevas y existentes y curvas de nivel.

Diseño Vertical

El Diseño Vertical de una vía es la recopilación de datos del alzado del proyecto. Es bidimensional. La referencia puede ser arbitraria o con Cota IGM. Aquí encontramos el Perfil Longitudinal el cual es la representación de las cotas a lo largo del eje de la carretera. En el Perfil Longitudinal se ubican las curvas verticales, pendientes, alcantarillas nuevas y existentes, niveles de corte y relleno y puntos de referencia.

Perfiles Transversales

En la figura 1 se aprecia como un Perfil transversal es un corte perpendicular a la dirección del eje de la vía. Están ubicados en cada abscisa y puntos importantes, como inicios y final de curvas tanto horizontales como verticales, obras complementarias y alcantarillas.

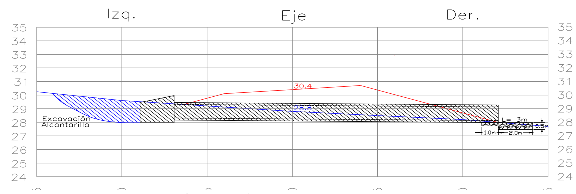

Figura 1. Perfil Transversal

Diseño de alcantarillas

De la documentación arriba mencionada se debe extraer los datos necesarios para la correcta instalación de las tuberías, diseño usualmente especificado en el perfil transversal de la abscisa en que se encuentra una alcantarilla. Los datos que se debe conocer de la alcantarilla son su Longitud, Pendiente, Diámetro, Cota Invert de Entrada y Salida, Cota Lomo de Tubo de Entrada y Salida.

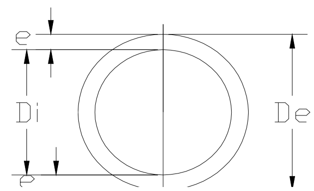

Figura 2. Diámetros de la Tubería

Especificaciones técnicas

Son documentos que contienen una serie de parámetros, condiciones, recomendaciones las cuales se las debe aplicar en la ejecución de la obra y que abarca materiales de construcción, formas de pago, técnicas constructivas, planos y detallamientos.

Materiales que intervienen en la Construcción de una Alcantarilla

En esta división de las especificaciones técnicas es donde se describe los diversos materiales de construcción que se utilizarán en el trabajo y sus diversas propiedades.

Figura 3. Tuberias de hormigón

Obras complementarias a usar

Son obras cuya finalidad es mejorar el funcionamiento del drenaje, evitando problemas provocados por el flujo del agua tanto superficial como subterránea. Entre estas obras complementarias pueden figurar los muros de alas, muro de escollera, muro de gaviones, dentellones, losas de hormigón y disipadores de energía.

Presupuesto

El presupuesto abarca las actividades que se tienen que ejecutar durante el desarrollo del proyecto, garantías, plazos, fianzas así como su valor unitario y cantidades contratadas.

Aunque el factor económico es fundamental el dato que cobra importancia en construcción de carreteras es el orden en que se han programado las actividades para realizarlas, valorarlas y así poder realizar un avance conforme a lo programado que garantice la culminación del proyecto en el plazo establecido y no trastocar la economía de la misma.

Rubros que intervienen

Una actividad esta dividida en varios rubros que se van desarrollando de una manera ordenada y coordinada para completar la actividad. En ocasiones se pueden llevar a cabo rubros de forma simultanea o de forma individual según la dependencia de las actividades. En la tabla 1 se encuentra la lista de rubros en la instalación de una alcantarilla, de esta el constructor extrae el orden en que se ejecutan los rubros, con este conocimiento se logra ordenar el proceso constructivo a emplear. En este ejemplo se aprecia el orden de las actividades: **replanteo, excavación, instalación, relleno** y al final **obras de arte**

Tabla 1. Lista de rubros para la instalación de alcantarillas

Descripción del Rubro	UNIDAD	Costo Unitario
REPLANTEO		
Trazado y Colocación	u	135,66
Referenciación de hitos	u	185,05
EXCAVACION		
Excavación para Obras de drenaje	m3	2,24
INSTALACIÓN		
Suministro e Instalación de Tuberias de 40" de Hormigón Armado	mL	214,02
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO		
Colocación y Compactación de material a nivel de Subrasante	m3	5,98
OBRAS DE ARTE		
Hormigón Armado f´c = 210 Kg/cm2	m3	141

Selección de maquinarias para Instalación y Construcción

Una vez conocidos los rubros que intervienen se procede a escoger la maquinaria que mejor desempeño tenga en la ejecución del mismo. Por lo general el rubro de excavación se puede emplear con éxito una excavadora o retroexcavadora. En las labores de compactación se puede disponer de rodillos lisos o equipo liviano de compactación como planchas vibratorias o vibroapisonadoras.

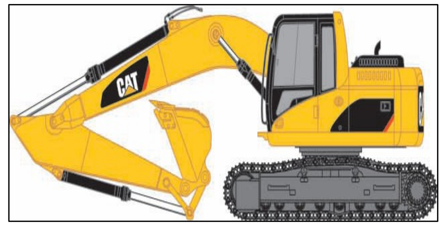

Figura 4. Excavadora

Memoria de Cálculo

La memoria de cálculo es el respaldo de los cálculos realizados para los diseños involucrados en el proyecto como volúmenes de corte y relleno, cálculo de curvas, cálculo de rumbos entre otros. Usando estos datos podemos verificar si el diseño que se nos ha proporcionado es correcto, caso contrario se procedería a notificar esto y entrar a un proceso de modificación del diseño.

3. Replanteo de alcantarillas

Antes de ejecutar las obras de drenaje es fundamental trasladar al terreno de forma adecuada e inequívoca las dimensiones y formas indicadas en los planos que integran la documentación técnica de la obra, esto recibe el nombre de replanteo. Para esto es necesaria la ayuda de utensilios topográficos para la ubicación de puntos de referencia. Esta actividad la realizamos según el cronograma de obra especificado en la documentación técnica. Para nuestro proyecto la instalación de alcantarillas se la tiene que realizar después de la construcción del terraplén.

Procedimiento

Primero se coloca una estaca en la abscisa donde el plano indica que va una alcantarilla tomando como referencia la abscisa redonda más cercana. Una vez ubicado el punto en el eje se procede a calar y nivelar el teodolito sobre este punto, luego se encera el aparato con respecto al alineamiento de la vía para después ubicar la visual con el ángulo del eje de la alcantarilla especificado. Finalmente se ubica dos puntos auxiliares a una distancia prudencial para así evitar que estos se pierdan con el trabajo de las maquinarias al realizar el movimiento de tierra, colocando unos pequeños hitos de referencia, se transita el teodolito y se coloca 2 referencias mas en la dirección opuesta. En la figura 5 se ilustra lo expuesto.

Luego el Técnico de Campo debe de elaborar la libreta de replanteo, en la cual se calcula; partiendo de los datos de las secciones transversales, todos los datos necesarios como cotas, pendiente y número de tubos para que el encargado de la instalación tenga todas las herramientas para optimizar el trabajo. Esta libreta debe de hacerse para cada alcantarilla a instalar. En el anexo se presenta un ejemplo de Libreta de Replanteo.

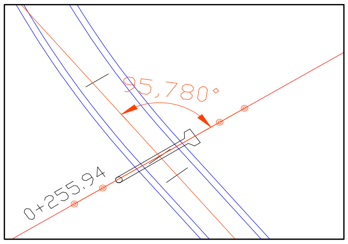

Figura 5. Referenciación del Angulo

Una vez que se ha llenado correctamente la libreta de Replanteo se procede a realizar una nivelación del terreno antes de que ingrese la maquinaria para así marcar los niveles de corte. De no realizar esta nivelación va a haber dificultades al calcular los volúmenes de corte y relleno.

4. Instalación de alcantarillas

Una vez que se ha realizado correctamente el replanteo de la obra de drenaje; para poder iniciar la actividad de Instalación, se deben revisar ciertos aspectos.Se debe de haber seleccionado la maquinaria a usarse en la instalación y excavación, así como haber organizado el personal de trabajo. También se tiene que contar con los materiales (tuberías de hormigón, cemento, varillas y demás materiales que sean necesarios) en la obra. Otro aspecto que debe estar resuelto antes de iniciar esta actividad es definir de mutuo acuerdo entre el Contratista y la Fiscalización el volumen de excavación por cada alcantarilla presente en el proyecto, esto es debido a que en el momento de la excavación constructivamente no se puede cortar verticalmente, sino dejando un talud.

Procedimiento

Excavación. El primer rubro de la actividad instalación es la excavación, la cual consiste en retirar el material existente hasta la cota de fondo de excavación. El equipo que se usa para este rubro es una excavadora o retroexcavadora. La selección de cual máquina se va a usar depende de las dimensiones del tubo y la altura de la excavación.

Antes que la maquinaria inicie su actividad debe de indicársele el eje de la tubería colocando una línea de cal sobre el mismo. Mientras se excava debe de cuidarse que se respete la forma en que se va a cortar que se acordó con fiscalización. Usando un nivel se verifica que la excavación no sobrepase la cota de excavación.

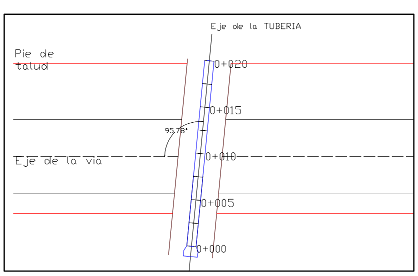

Figura 6. Vista en planta de la excavación y ubicación de la tubería

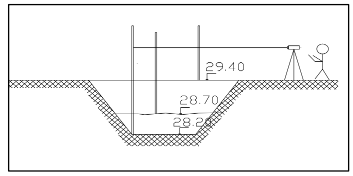

Figura 7. Control de excavación

Instalación. Con la maquinaria se procede a asegurar la tubería con utensilios de amarre (cabos, bandas, cadenas, etc.), luego izamos la tubería de una forma prudencial. Las tuberías se van colocando en contrapendiente, esto quiere decir que la primera tubería a colocar es la que corresponde a la salida del agua, luego las que vienen detrás hasta completar el número de tuberías calculado como se ve en la figura del anexo. La máquina que funcione como grúa debe de hacer descender la tubería poco a poco, de no hacerlo así podría causar daños en la misma y al personal que labora en la instalación.

Mientras se realiza la instalación se debe llevar el control de la pendiente para cada una de las tuberías, esto lo logramos revisando las cotas de lomo de tubo de entrada y salida mediante un nivel ubicado en un punto estratégico.

Figura 8. Izado de Tubería

Para controlar que las tuberías no pierdan su eje se debe calar y nivelar el teodolito en uno de los puntos con los que referenciamos el eje de la tubería, luego se encera con respecto al otro punto de referencia para así tener la línea del eje y poder visar a las tuberías e indicarles al personal de la instalación por donde está el eje de la alcantarilla. En la práctica se suele usar una piola que una los dos puntos de referencia y así guardar el eje. Lo ideal es usar el teodolito.

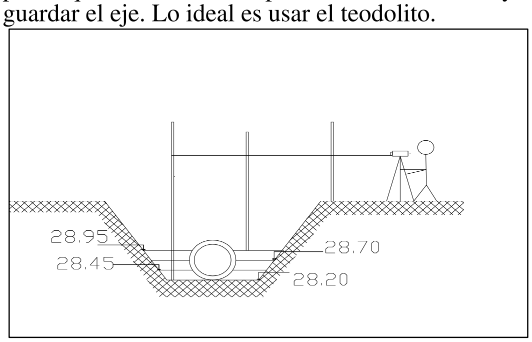

Figura 9. Control de Nivel de Relleno con Nivel

Relleno. Una vez instalada la tubería se procede a rellenar con el mismo material que fue excavado pero que no este contaminado, la diferencia de material se rellenará con material de mejoramiento, para esto usamos la misma máquina que intervino en la excavación e instalación. Las capas de material de relleno se las coloca respetando los espesores que la especificación técnica del proyecto estipule.

Mientras se realiza el relleno se debe llevar el control de las cotas que va subiendo para que no sobrepase la cota de subrasante y tener el control de los volúmenes de relleno compactado. Para esto usamos un nivel y revisamos las cotas, las cuales en la capa final deben de coincidir con la cota establecida en la sección transversal de dicha abscisa y que verificamos antes de la instalación. Para obtener un buen nivel de compactación cada capa debe de ser hidratada para luego aplicar la compactación, ya sea con un aparato de compactación menor o un rodillo liso.

Figura 10. Rodillo compactando Capa a Nivel de Subrasante

En el momento que el técnico de campo verifique que ya no se presentan surcos ni asentamientos se aprueba la capa como compactada. Pero esto depende del criterio del fiscalizador, ya que puede pedir pruebas de densidad de campo en ciertas capas. Este procedimiento se realiza en cada capa hasta llegar al nivel de subrasante.

Obras de Arte. Después del relleno se procede a colocar las obras de arte que establezca la especificación técnica y respetando las dimensiones y materiales que se indiquen. Es importante anotar que si el técnico de campo cree conveniente ampliar las obras de arte para aumentar la seguridad de la alcantarilla debido a las condiciones reales del campo, deberá de notificarlo a la fiscalización para que se decida sobre el asunto.

Figura 11. Colocación de Encofrados en Muros de Alas

5. Mantenimiento de alcantarillas

El éxito de una carretera no solo radica en el diseño y una buena ejecución, sino también en llevar a cabo un mantenimiento adecuado después de esto. Aunque esto es conocido no se asignan los recursos económicos del personal necesario para el mantenimiento. Es por esto que en algunos casos proyectos bien diseñados y construidos con altos volúmenes de inversión se han deteriorado completamente en un plazo relativamente corto.

Figura 12. Consecuencias de no llevar un mantenimiento de alcantarilla

En cambio, cuando se dispone de un programa de mantenimiento preventivo y se desarrollan las acciones propuestas con la frecuencia requerida, se asegura en un alto grado la funcionalidad de los equipos y estructuras, la prestación de un buen servicio a los usuarios, se reducen los gastos debido a la realización de acciones de mantenimiento con carácter de emergencia, se mantiene la eficiencia de las estructuras y se extiende el periodo de realización de nuevas inversiones por la ampliación de la vida útil de la carretera.

Materiales como tierra, arena, palos, basura que son sedimentos provocan que el funcionamiento de la alcantarilla no sea el indicado. Estos sedimentos reducen la sección transversal de la misma dando como resultado una disminución de su capacidad de flujo produciendo represamientos, aniegos, atoros, filtraciones y por último el colapso de la carretera; que atentan con la integridad de la obra y al medio ambiente.

Procesos de mantenimiento

Para la elaboración, planificación, programación, ejecución y control de un programa de mantenimiento, es necesario conocer previamente la naturaleza y numero de los diferentes componentes del sistema, así como la ubicación geográfica junto con las características físicas y técnicas.

Figura 13. Limpieza manual

En nuestro país un buen indicador para realizar el monitoreo es la etapa invernal, ya que sería muy costoso realizar un chequeo de manera continua. Se realiza la respectiva inspección y luego se procede a hacer un inventario de las condiciones encontradas en la carretera estudiada.

Una vez que a actividad de mantenimiento ha sido asignada ya sea a una institución pública o privada se procede a realizar el cronograma de mantenimiento. Usualmente incluyen el desalojo de sedimentos y basuras, limpieza de cauces, readecuación de obras de arte.

Figura 14. Alcantarilla luego de la limpieza

6. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Hemos corroborado los conocimientos adquiridos durante el Seminario y la carrera Ingeniería Civil.
- En el desarrollo de esta tesina aprendimos a seleccionar de forma adecuada los equipos, tanto livianos como pesados, para la instalación de tuberías.
- Es importante al embonar las tuberías se coloque de manera correcta la junta, si no se hace esto se causa efectos negativos en el funcionamiento de la alcantarilla.
- Que la superficie en donde va a ir la tubería debe guardar la pendiente de diseño para así tener un funcionamiento adecuado de la alcantarilla.
- Es fundamental realizar las nivelaciones del terreno antes de que la maquinaría ingrese, de no ser así habrá dificultades en el cálculo de volúmenes.
- Que el mantenimiento de las obras en general garantiza su funcionabilidad.

Recomendaciones

- Estudiar de manera detallada la documentación técnica del proyecto para así despejar cualquier duda acerca del mismo.
- Realizar un reconocimiento del lugar donde se va a desarrollar la instalación de obras de drenaje para constatar la realidad del proyecto.
- Escoger la maquinaria adecuada antes de realizar el trabajo para evitar gastos innecesarios.
- Verificar que se respeten las cotas y pendientes que están establecidas en las secciones transversales.
- Se aconseja realizar la instalación de tuberías una vez que el terraplén está hecho.
- Revisar los diseños y comprobar los resultados con los datos de la documentación técnica.
- Sugerir un plan de mantenimiento para las alcantarillas para garantizar su funcionabilidad.

BIBLIOGRAFIA

[1] Seminario de Carreteras. 2009. ESPOL- FICT

[2] Torres, A.; Villate, E. Topografía. Bogota, Colombia: Norma.

[3] Merrit, F. 1996. Manual del Ingeniero Civil Tomo I. México: Mc Graw Hill

[4] Merrit, F. 1996. Manual del Ingeniero Civil Tomo II. México: Mc Graw Hill

[5] Merrit, F. 1996. Manual del Ingeniero Civil Tomo III. México: Mc Graw Hill

[6] Merrit, F. 1996. Manual del Ingeniero Civil Tomo IV. México: Mc Graw Hill

[7] Kraemer, C.; Pardillo, J.; Rocci, S.; Romana, M.; Sánchez, V.; del Val, M.; 2003. Ingeniería de Carreteras Volumen I. Madrid, España: Mc Graw Hill.

[8] Kraemer, C.; Pardillo, J.; Rocci, S.; Romana, M.; Sánchez, V.; del Val, M.; 2003. Ingeniería de Carreteras Volumen II. Madrid, España: Mc Graw Hill.

[9] Jaramillo, J.; Sanga, C.; 2007. Análisis Hidrológico de la Cuenca del Cerro Colorado y su interacción con la autopista Terminal Terrestre-Pascuales. Guayaquil, Ecuador: FICT-ESPOL.

[10] Novak, P.; Moffat, A.; Nalluri, C.; 2001. Estructuras hidráulicas. Bogota, Colombia: Mc Graw Hill.

[11] Curso "La Tubería de Hormigón Armado". www.emagister.com

Anexos

Tabla 2. Libreta de replanteo

LIBRETA DE REPLANTEO

Obra: Instalación de Alcantarillas y Obras de Arte
Ubicación: Vía Cerecita-Tamarindo-Bajada de Progreso
Abscisa: 0+255,94
Aparato: Nivel Topcon
Levantó: Julio Angulo
Fecha: 18/02/2009
Hoja: 2/9

TUBO O DISTANCIA	COTA INVERT		COTA LOMO DEL TUBO	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
1	28,300	28,275	29,400	29,375
2	28,275	28,250	29,375	29,350
3	28,250	28,225	29,350	29,325
4	28,225	28,200	29,325	29,300
5	28,200	28,175	29,300	29,275
6	28,175	28,150	29,275	29,250
7	28,150	28,125	29,250	29,225
8	28,125	28,100	29,225	29,200

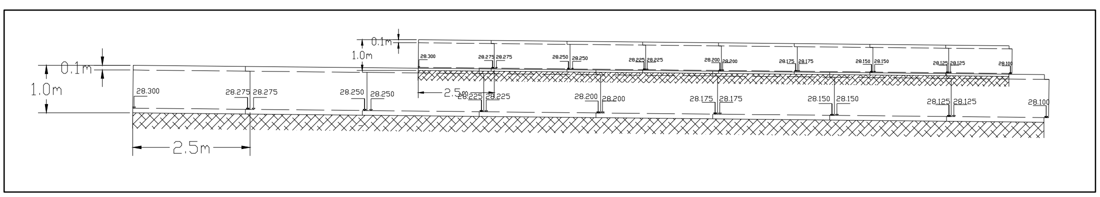

Figura 15. Vista lateral de la ubicación de tuberías