

"REPLANTEO E INSTALACION DE ALCANTARILLAS CIRCULARES DE HORMIGON ARMADO PARA DRENAJES EN CARRETERAS"

Erika Betzabeth Calderón Pico¹
Ing. Eduardo Santos Baquerizo²
Facultad de Ingeniería Ciencia de la Tierra
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus "Gustavo Galindo" Km. 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil – Ecuador
erikabetzabeth@yahoo.com¹, esantos@espol.edu.ec²

RESUMEN

En este trabajo se tomo como referencia el diseño de carretera que incluye alcantarillas realizado por la señorita Silvia Velásquez y los señores Geovanny Nicola y Darwin Arroyo, por la necesidad de construir una carretera para disminuir el tiempo de entrada o salida de personas y vehículos, en épocas de invierno aparecen pasos de agua que provocarían daños en la carretera por ello se deben realizar la construcción de alcantarillas, ellas permiten el paso controlado de agua y protegen el terraplén de la calle. Las obras de alcantarillado pueden requerir de una estructura adicional de hormigón o piedra inmediatamente aguas abajo o aguas arriba con la finalidad de impedir la posible socavación del material de tierra por efecto dinámico del agua. Estas estructuras por lo general tienen forma de muro de ala donde la energía del agua tanto en la entrada como en la salida de la alcantarilla se desvanece sin provocar daños, tomando en consideración las disposiciones de ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, "MTO".

Palabras claves: Replanteo e instalación de alcantarillas circulares de hormigón, tipos de alcantarillas, instalación de alcantarillas.

ABSTRACT

In this work I take since reference the design of road that includes sewers realized by miss Silvia Velasquez and the gentlemen Geovanny Nicola y Darwin Arrollo, for the need to construct a road to diminish the time of entry or persons' exit and vehicles, in winters epochs they appear water steps that would provoke hurts in the road for it must to him realize the construction of sewers, they allow the step controlled of water and protect the terrace of the street. The works of sewer can need of an additional structure of concrete or stone immediately downstream or upstream with the purpose of preventing the possible undercut of the material of land for dynamic effect of the water. These structures in general have form of wall of wing where the energy of the water both in the entry and in the exit of the sewer vanishes without provoking hurts, taking in consideration the dispositions of department of transport and works you publish of the Ecuador.

Keywords: Setting out and installation of sewer circular of reinforced concrete, sewer rates, installing culverts.

INTRODUCCION

En este trabajo se consideró la necesidad de conocer los pasos a seguir en el replanteo e instalación de alcantarillas circulares de hormigón armado, además de identificar el tipo de material del que están construidas las tuberías de hormigón, cuantos clases de tuberías de hormigón existen, el tipo de ensayos de laboratorio que se le realizan a la tubería, como descargarla, como almacenarlas, el manejo adecuado de ellas en el momento de instalarlas, datos de diámetros de tubería en relación a la longitud, Cuando se utiliza la tubería de hormigón simple y hormigón armado, identificar los problemas que pueden surgir a medida que se realiza la instalación, como realizar la unión de las tuberías pequeñas, medianas y grandes, cuales son los problemas que surgen por una mala instalación, cual es el procedimiento de unión de las tuberías

1. INFORMACION PRELIMINAR DE ALCANTARILLAS

En la construcción de una carretera en todo el territorio nacional, los proyectos de vialidad de uso público, y por razones de seguridad, debe hacerse estudios sobre drenaje el cual es importante. Si una vía tiene un mal diseño hidráulico o a su vez no lo consideraron como importante, en épocas de lluvia la crecida de agua puede provocar la socavación de la sub-rasante de la carretera

Criterio para construir alcantarilla, El constructor debe tener conocimientos sobre:

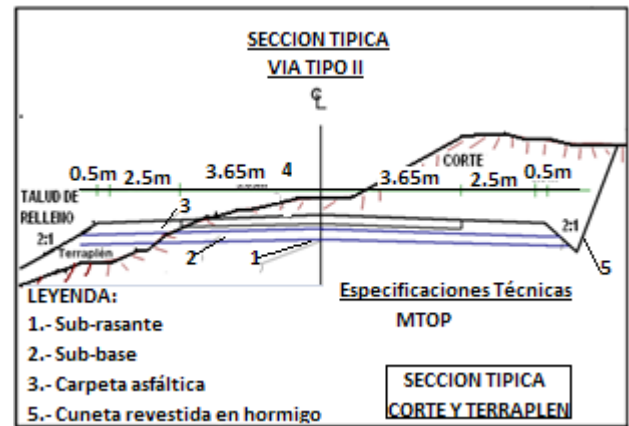
- Calidad de Suelo
- Conocer la ubicación de alcantarilla
- Material de Cimentación
- Conocer Normas Técnicas

Diseño Vertical (Cotas de Alcantarilla)

Considerada las dimensiones reales del proyecto y teniendo las medidas exactas del terraplén. Se procede a realizar el diseño vertical de las alcantarillas, donde deben constar las cotas de corte, cotas de relleno, cotas de sub-rasante, cotas del terreno natural, abscisas, y además la ubicación de cada alcantarilla, etc.

Sección Típica de terraplén

Las secciones típicas son tomadas en consideración para la construcción de la carretera, estas pueden ser de terraplén, de corte o sección mixta. Se las obtiene de acuerdo a la topografía del terreno, cada 20 cm.



Especificaciones técnicas

En las especificaciones técnicas se encuentran las disposiciones que el diseño necesita, como datos técnicos, especificaciones, parámetros, sobre zanjas, excavación, replantillo y relleno, datos sobre diámetros con respecto a la longitud de tubería, esto ayudan a identificar y corregir problemas constructivo.

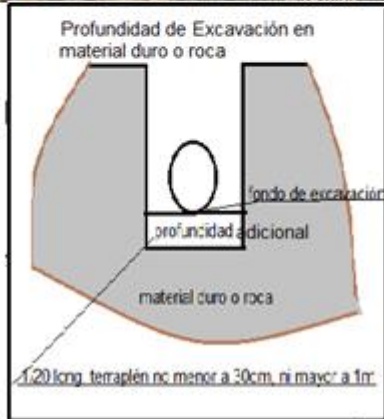
Zanja

Una zanja es un corte y extracción de tierra. Y es una técnica que se hace cuando el terreno junto a un corte debe soportar cargas verticales. Se considerará la entibación y agotamiento del terreno, para eliminar el agua y evitar deslizamiento y accidentes. Para el entibamiento de la zanja puede utilizarse madera o una estructura metálica.



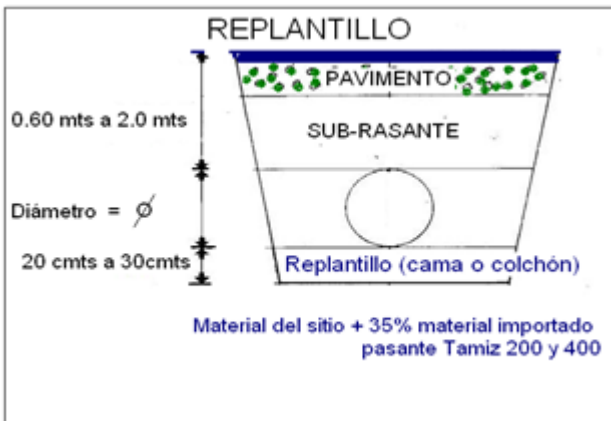
Excavación

En la excavación se debe realizar el replanteo del eje de la alcantarilla, la nivelación de las estacas con ayuda de un nivel o una estación total, para obtener el perfil longitudinal, como se muestra en la figura, y de acuerdo a las Normas del MTOP.



Replantillo

El replantillo es una capa de suelo que contiene finos, donde va a descansar la tubería, es también llamado cama o colchón, debe tener un espesor de 20cm. De acuerdo a las Normas del MTOP. El espesor del replantillo varía desde 30cm a 1m en sitios que presentan rocas. Si el tipo de suelo es inestable, debe ser remplazado. El MTOP especifica que el material importado debe ser del 35%.



Tubería

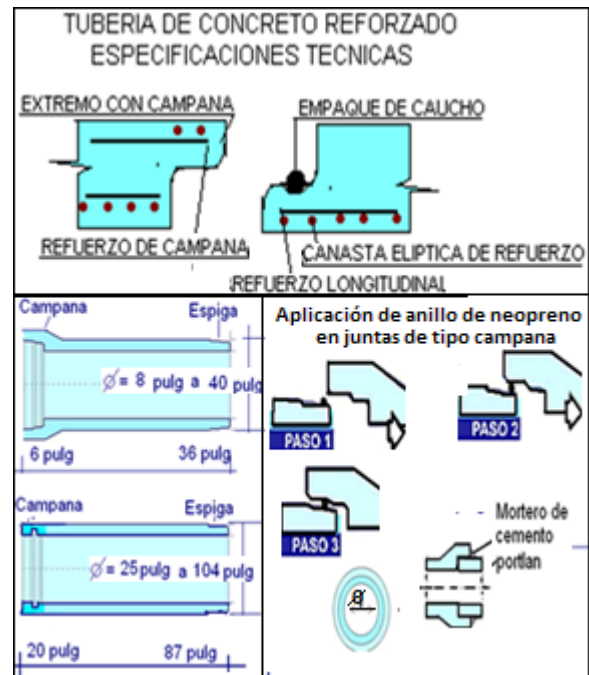
Las tuberías son estructuras de hormigón, las dimensiones de la tubería deben de constar en el plano, son proporcionadas por el ingeniero que diseña la alcantarilla, considera el caudal, la velocidad del agua, la topografía, la pendiente, y la carga vertical que va a soportar, etc.

Materiales que se utilizan en la construcción de alcantarilla

La selección de los materiales para la alcantarilla tiene que regirse a las especificaciones de los planos o de acuerdo a lo dispuesto por el fiscalizador, pero el constructor debe verificar que no haya errores en el diseño de las alcantarillas, además de considerar las propiedades químicas y físicas de los materiales como el cemento, hierro y la relación agua cemento que da como resultado la resistencia del hormigón, también el constructor deberá solicitar a la fábrica las respectivas inspecciones y pruebas de los tubos. En el mercado encuentras tuberías de Acero, PVC y de Hormigón Armado.

Tubería de Hormigón

Las tuberías de hormigón son elementos rígidos, y se clasifican en tuberías de hormigón simple, que son utilizadas en lugares donde no van a soportar cargas verticales, como las tuberías instalada a un costado de la carretera, y de hormigón armado, que se diseñan para soportar cargas verticales, como en el paso de una carretera, etc.



Relleno Seleccionado

Se verifica el tipo de suelo encontrado en el sitio, el cual debe cumplir el 95% de la densidad máxima según el MTOP. Si el terreno natural no es apto para la función prevista se procederá rechazarlo, el contratista procederá a removerlo de acuerdo a la instrucción y aprobación del fiscalizador. El relleno se realiza en capas de 20cm. Según MTOP.

Muro de Alas

El muro de ala es un dissipador de energía, diseñado para proteger la alcantarilla, en la entrada y la salida del caudal, y el terraplén de la carretera de la erosión, aguas arriba como "muro de cabeza" y aguas abajo

como “muro terminal”. El muro de ala evita que los tubos se separen.



Componentes del Diámetro de Tuberías

El diámetro de la alcantarilla está compuesto por diámetro interior y exterior a continuación detallamos cada uno.

El Diámetro Interior

El Diámetro interior de la tubería para la alcantarilla depende del caudal crítico que recibe.

El Diámetro Exterior

El diámetro exterior depende del diámetro interior más el espesor de la tubería el cual está ligado al tipo de material que se emplee, este puede ser de acero, hormigón o de PVC, Como ejemplo tenemos el de las tuberías metálicas el espesor es de 16mm, etc.

Longitud de Alcantarilla

La longitud de la alcantarilla esta dado por el ancho de la carretera, mas el ancho del espaldón, más la proyección horizontal del talud de la sub-base, y más proyección horizontal del talud del terraplén, también se considera la altura del terraplén, además de la longitud de la tubería, esta se la toma de los tamaños estándares que ofrecen los fabricantes.

2. EQUIPO DE INSTALACIÓN DE ALCANTARILLAS

El equipo de instalación de tuberías de hormigón en alcantarillas está compuesto por el equipo técnico, topográfico y equipo de movimiento de tierra, lo cual se detalla a continuación.

Equipo Técnico

Interviene el Ingeniero de planta o Residente, El fiscalizador, Cadeneros u Obreros, Operador del nivel, Operador del teodolito, Operador de la estación total, Operadores de las maquinaria,

Ayudante de maquinaria y Aparatos topográficos, etc.



Equipo Topográfico

Los procedimientos, operaciones y trabajos de campo necesitan de los aparatos topográficos para tomar los datos, que luego son procesados, y utilizados para la instalación de tuberías, ubicación de ángulos, cotas corte, cotas lomo de tubo, etc. Las que se clasifican en tres categorías: Para medir ángulos, medir distancias, medir pendiente.



Equipo Movimiento de Tierra

Excavadora.-La excavadora tiene como función excavar zanjas, produce, rellena, tiende, peina, talud, aprieta el material de relleno, las excavadoras vienen en tamaño pequeño, mediano, y grande, dependiendo el tipo excavación que se vaya a realizar, existen varios factores importantes que se debe considerar antes de solicitar la máquina, cómo está articulada, capacidad, rendimiento.

Retroexcavadora.-La retroexcavadora puede excavar, cargar producir, tender, apretar, transportar material a cortas distancias, peinar taludes de poca profundidad. La retroexcavadora es utilizada en excavación de zanjas para alcantarillas, cimentaciones, desmontes,

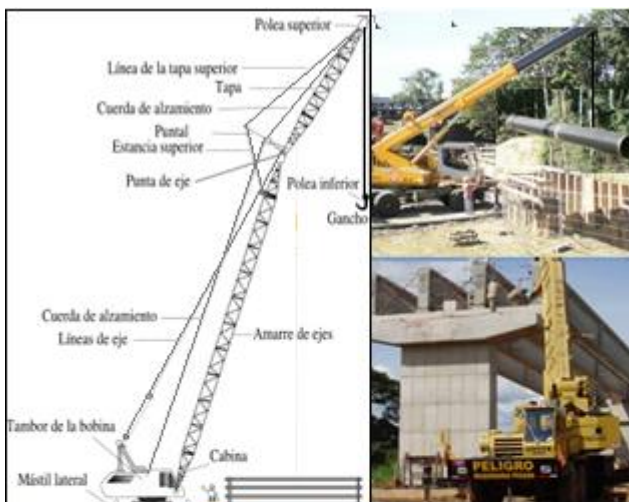
también para izar tuberías, la cual no debe sobrepasar la capacidad del brazo

Moto niveladora.-La moto niveladora sirven para nivelar, peinar taludes, mezclar el material con el agua, y apretar. Tiene una cabina con sistema hidráulico y electrónico avanzado y una productividad óptima, para satisfacer las necesidades en cualquier aplicación.

Tanquero de Agua.- Hidrata el suelo antes de ser compactado, el contenido de humedad es vital para lograr la máxima densidad, un suelo seco no se compacta bien. La presión capilar hace que los granos individuales del suelo, se adhieran en terrones, Un suelo muy húmedo no se compacta, porque el agua separa las partículas. La compactación máxima es posible cuando está presente justo la cantidad correcta de agua para un peso dado del material. Cada tipo de suelo en el sitio de la obra tiene contenido particular óptimo de humedad.

Transportador (Tráiler, Tipo cama baja o Tipo plataforma).- Transporta maquinaria pesada como: Bulldozers, Rodillo, Excavadora, retroexcavadora, etc. Ya que este tipo maquinaria no debe recorrer grande espacios.

Grúa Telescópica.- Una grúa es una máquina de elevación de movimiento discontinuo destinado a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho, se la utiliza en la construcción de alcantarillas para levantar y ubicar tuberías en la zanja, de diámetro mayor a 60pulg.



Equipo de Compactación

Rodillo Liso Vibratorio.- El rodillo liso vibratorio es una maquinaria pesada de 12 toneladas, compacta el suelo, mediante vibración, realizando varias pasadas, y se termina el trabajo cuando la máquina no deja huella en el suelo.

Vibro Pisonador.-El vibro pisonador se lo clasifica en el grupo de compactación liviana, y su función es vibrar, haciendo mover al operador como si estuviese bailando, se lo conoce con el nombre de Bailarina, se determina que el suelo se encuentra compactado cuando no deja huella, o rebota en el piso compactado.

Pisón Compactador.- Compacta suelos en espacios estrechos tiene motores de gasolina de 4 tiempos y motores diesel, son de alto rendimiento de trabajo, frecuencia, fuerza de impacto y amplitud adaptada para la compactación en diferentes terrenos.

Rodillo Liso Doble.- El rodillo liso doble compacta pequeñas extensiones de terreno, donde no se puede utilizar maquinaria pesada, por lo general se utiliza en la construcción de casas, e instalación de tuberías.

3. REPLANTEO DE ALCANTARILLAS

Antes de proceder a la construcción de las alcantarillas es importante que los datos y especificaciones de los planos sean trasladados al sitio, teniendo precaución en la instalación, para que la alcantarilla funcione de acuerdo al diseño, para esto se necesita las libretas de control, como son la libreta de cotas de fondo de excavación, cotas de relleno de replantillo, cotas de relleno de la sub-rasante, y otros.

Ubicación de Abscisa

Se considera que la tubería va a encontrarse en la abscisa redonda de la carretera, pero de no ser así, se tomará una cinta para medir distancias, y con una estaca se procede a ubicarla, se la pinta la estaca de rojo. En el momento de la excavación la estaca se perderá por lo que será colocada las veces que sea necesario, por este punto tendrá que pasar la tubería.

Ubicación del Angulo del eje de Alcantarilla

Se coloca el teodolito a un lado de la carretera, por donde va a pasar la alcantarilla, es decir que el teodolito tiene que ver cada tubo en el momento de la instalación, y no deja que cambien su dirección. El teodolito no debe cambia su sitio hasta que se termine la instalación.



Libreta de replanteo

Para elaborarla, se necesita todos los datos de la sección transversal, pendientes, diámetro interior y exterior de la tubería, número de tubos, que serán utilizados por el contratista, de esta manera tratar de obtener buenos resultados.

Pendiente de la Alcantarilla

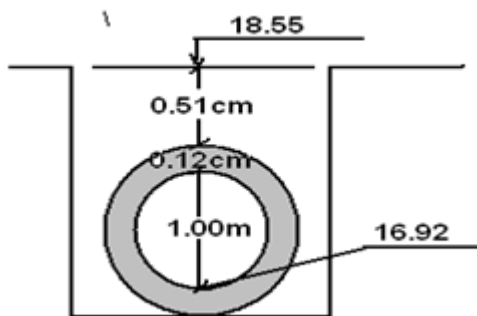
Es calculada por el ingeniero, de acuerdo a la geografía del terreno, se debe proteger tanto la entrada como la salida de la alcantarilla con un diseño de muro de ala. El rango de la pendiente, la mín. 1% y el máx. El 3%, se puede tener pendientes mayores al 3% de acuerdo al sitio.

Cálculo del Número de Tubos

El número de tubos se obtiene de la división entre la longitud de la alcantarilla y la longitud del tubo que son valores estándares.

Cálculo de Cota de Fondo de Excavación

Se obtiene de la cota del eje de la sub-rasante menos la suma de la altura de material de relleno mínima, sobre el lomo del tubo, que indica las especificaciones técnicas, y el diámetro exterior del tubo, depende del tipo de suelo, se debe colocar una capa llamado replantillo o colchón.



Cálculo de Cota Invert de Entrada y Salida

Se toma la cota del eje de la sub-rasante y se resta la altura de material de relleno mínimo sobre el lomo del tubo que nos indique las especificaciones técnicas, menos el diámetro interior del tubo y el espesor de la tubería.

Cálculo Cota de Relleno (Replanteo)

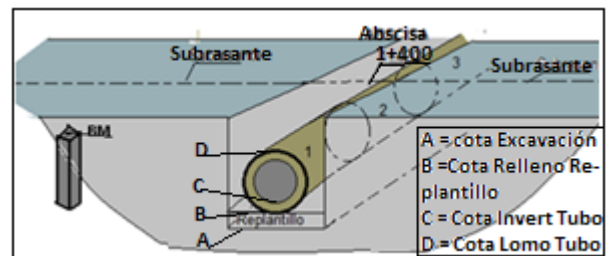
Se lo calcula tomando la cota del eje de la sub-rasante menos la suma de la altura de material de relleno mínima sobre el lomo del tubo, el diámetro de la tubería, y el espesor de la tubería.

Cálculo de Cota de Lomo de Entrada y Salida

Se la obtiene de la diferencia de la cota del eje de la sub-rasante y la altura de material de relleno mínima sobre el lomo del tubo que nos indique las especificaciones técnicas. La cota de entrada se encuentra en el inicio de la alcantarilla (cota mayor), y la cota de salida es la de desfogue del agua (cota menor).

Nivelación previa a la Instalación

En la nivelación previa a la instalación de alcantarillas, se debe considerar que el talud, la distancia entre las paredes y la tubería sea la adecuada. En la nivelación se necesita un nivel o una estación total con su respectivo operador, dos personas encargadas de la estadia o prisma, para ubicar las estacas, cuando esta realizada la excavación, la superficie de la zanja debe estar limpia del material excavado, y debe estar debidamente compactado.



4. PROCESO CONSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN DE ALCANTARILLA

Se procederá a realizar la excavación, colocación y relleno. El ingeniero deberá considerar en el proyecto las pendientes, taludes, y verificar que en la instalación de la tubería sean los mismos datos que se especifican en los planos. En el caso de que los planos tengan algún error, el constructor deberá informar al fiscalizador el cual debe aprobar para realizar las respectivas correcciones y evita que falle la alcantarilla.

Excavación

Primero se verifica que el sitio se encuentre marcado con yeso, y que los datos sean los que se especifican en

los planos, se tenga la maquinaria necesaria, los operadores, cadeneros, el equipo topográfico, con sus respectivos ayudantes, y lo más importante, la libreta de control de excavación. Para proceder a realizar el corte se debe indicar el eje de la tubería utilizando cal y haciendo una línea para cuidar la forma de excavación que consta en el plano.

Proceso de Excavación

En la excavación se procede a replantear el lugar donde va a encontrarse la tubería con ayuda del nivel, colocando hitos auxiliares, estacas que ayuden a identificar el lugar por donde va a pasar la tubería. Luego se procede a poner la retroexcavadora en una distancia prudencial. Si los cimientos apoyan sobre terreno cohesivo, la excavación de los últimos 30cm., se hará poco antes de colocar la tubería.

CONTROL DE EXCAVACIÓN

Obra: Instalacion de Alcantarilla
Ubicación : Vía de acceso al Campus Politécnica Sector Noreste Prosperina
Abscisa : Nivel Topcon
Levantó : Silvia Velásquez, Geovanny Nicola, Darwin Arroyo, Lenin Gómez, Leonardo Calderón, Christian Mendoza
Fecha: Septiembre 2001

	Punto	LECTURAS			H+I	COTA
		Atrás	Intermedia	Adelante		
TERRENO NATURAL	BM # 10	1,00			19,55	18,55
	0+000		2,65			16,90
	0+004		2,25			17,30
	0+008		2,20			17,35
	0+012		2,55			17,00
	0+016		2,35			17,20
	0+020		2,25			17,30
EXCAVACION	0+022		2,60			16,95
	0+000		2,91			16,64
	0+004		2,85			16,70
	0+008		2,79			16,76
	0+012		2,73			16,82
	0+016		2,67			16,88
	0+020		2,61			16,94
FONDO DE EXCAVACION	0+022		2,58			16,97
	0+000		3,21			16,34
	0+004		3,15			16,40
	0+008		3,09			16,46
	0+012		3,03			16,52
	0+016		2,97			16,58
	0+020		2,91			16,64
	0+022		2,88			16,67

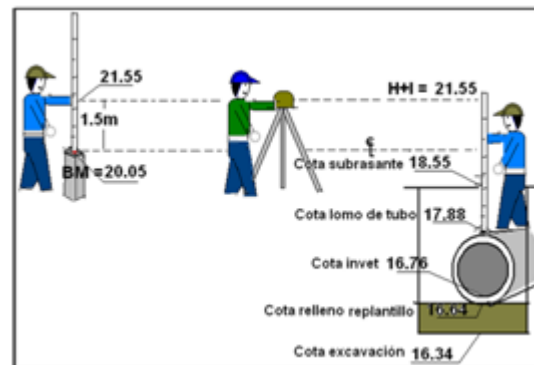
Nivel de Excavación

Después de empezar el trabajo con todos los equipos técnicos, topográficos, además de las maquinarias, y con la utilización de la libreta Nivel de Excavación, se debe ir controlando con ayuda del nivel, su operador y

de su ayudante, cuanto se debe excavar, la cota en la que se encuentra, se realiza varias veces este procedimiento.

Instalación de Tuberías

Se utiliza un tiende tubos o excavadora, cadenas las cuales se sujeta la tubería y con ayuda del cadenero y la mira indican a una distancia adecuada, al descender a la zanja, dejar de 20cm a 30 cm de separación para ubicar la tubería, esta se hace manualmente. Las tuberías se van colocando en contrapendiente, la primera corresponde a la salida del agua, luego las que vienen detrás hasta completar el número de tuberías calculado.

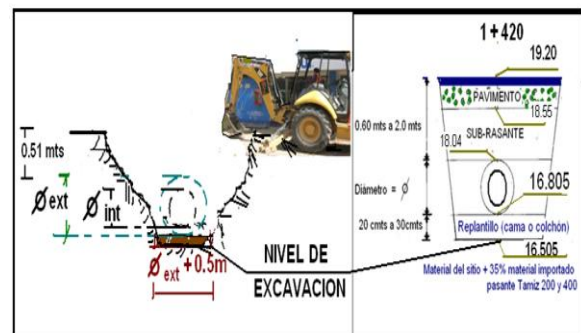


Relleno

Luego de colocar la tubería, se rellena con el mismo material que fue excavado, utilizando la misma maquinaria que intervino en la excavación. La excavación tiene que colocar el relleno a los lados de la tubería, nunca sobre la tubería, la maquinaria pesada no debe pasar sobre la tubería.

Nivel de Relleno

Mientras se realiza el relleno se debe llevar el control de las cotas que va subiendo para que no sobrepase la cota de relleno del replantillo y de la cota de relleno de la sub-rasante y tener el control de los volúmenes de relleno compactado.



Nivel de Compactación

Para realizar una buena compactación de cada capa se debe hidratar el suelo, luego se realiza la mezcla, para proceder a compactar con un aparato pequeño como un vibro pisonador también llamado bailarina.

Trabajo Concluido

En la instalación de tuberías se debe tener la precaución en cada uno de los procesos, tanto en la excavación, instalación, relleno y compactación, y de realizar las respectivas correcciones, siempre y cuando el ingeniero fiscalizador haya dado su autorización, y de llevar un control en cada una de las etapas. Siguiendo las recomendaciones para que el trabajo concluya en las mejores condiciones, se procede a realizar otros procesos, como la construcción de muros de alas, para evitar la erosión en la entrada y la salida de la tubería.

Conclusiones

- En este trabajo he podido aplicar lo aprendido en el Seminario de Carretera, y en la carrera de Ingeniería Civil.
- He podido palpar que el ingeniero siempre debe revisar los planos, especificaciones técnicas, las recomendaciones, y hacer un reconocimiento del sitio donde se va a construir, y que concuerden con la información que está en los planos.
- Se pudo identificar que en suelos inestables, se debe excavar a una profundidad que va entre 40cm a 1m más bajo que el lecho donde descansará la tubería y ser remplazado totalmente el suelo natural.
- Pude constatar que en sitios donde el nivel freático se encuentra casi superficialmente, se debe usar piedra $\frac{3}{4}$ pulg o $\frac{1}{2}$ pulg para mejorar la base donde descansará la tubería. Si se usa arena o relleno importado, el agua moverá la arena y los finos dejado sin una base firme a la tubería.
- Si no se lleva un control en la cantidad de agua que se utiliza en la compactación, se corre el riesgo de separar los finos.

BIBLIOGRAFIA

- CARRETERAS, CALLES Y AEROPISTAS, por RAUL VALLE RODAS, Quinta edición.
- EL ARTE DEL TRAZADO DE CARRETERAS. Preparado por la Dirección de Caminos del Ministerio de Fomento y Obras Publicas del Perú. 2da edición 1965
- INFORMACION SOBRE TUBERIAS “APCI PRODUCTO DE HORMIGÓN” 2010
- MANUAL DE CAMINOS VECINALES
- MANUAL DE REPLANTEO DE CURVAS, CON Y SIN ARCO DE ENLACE PARA FERROCARRILES Y CARRETERAS Y CANALES por O. SARRAZIN Y H. OBERBECK, completada por MAX HOFER. 6ta edición
- MANUAL PARA DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.
- MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES DE ACUERDO CON LOS PROYECTOS FEDERALES EN CARRETERAS. Primera edición 1972
- NORMAS MTOP “MINISTERIO DE TRASPORTE Y OBRAS PUBLICAS”. 2010
- EQUIPOS TOPOGRÁFICOS, TEODOLITOS, NIVELES, PRISMAS, DISTANCIOMETROS, ODÓMETROS, TOPOGRAFÍA EN MÉXICO. WWW.SISTEMASGPS.COM.MX/TOPOGRAFIA.HTML
- GRUA (MAQUINA) – WIKIPEDIA, LA ENCICLOPEDIA LIBRE es.wikipedia.org/wiki/Grúa