



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

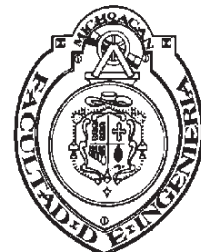
**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL
EMISOR DE AGUAS RESIDUALES PARA
LA MEGAPLANTA DE LA CAPITAL DEL
ESTADO DE MICHOACÁN”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:
MIGUEL SANTIAGO VÁSQUEZ ANGUIANO**

**ASESOR:
ING. JOSÉ MUÑOZ CHÁVEZ**

MORELIA, MICHOACÁN, MARZO DEL 2007.



SIEMPRE QUE EN UN TRABAJO DOCUMENTAL, COMO LO ES MI TESIS SE HABLA DEL “PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO”, POR LO GENERAL SE PRODUCEN “DEFASAMIENTOS”, ENTRE LO QUE SE NARRA Y LO QUE SE REQUIERE HACER SECUENCIALMENTE EN EL CAMPO. ES POR ELLO, QUE EN LA DESCRIPCION QUE HARE, SERE LO MAS DETALLISTA POSIBLE Y EN TODO MOMENTO, IRE ELABORANDO LA NARRATIVA EN FORMA TAL QUE SEMEJE EL QUEHACER INGENIERIL.

ESTIMO QUE DESAFORTUNADAMENTE, MUCHOS PASANTES DE NUESTRA CARRERA TENEMOS DIFICULTADES PARA ESCRIBIR, RESPETANDO ESTE “ARTE”, PERO ESTOY CONVECIDO, QUE COMO LO SEÑALA MI ASESOR EL ING. CAMINERO JOSE MUÑOZ CHAVEZ **“A ESCRIBIR BIEN, SOLO SE ACCEDE, ESCRIBIENDO”**.

Agradezco a Dios, por darme la vida y permitirme llegar hasta el día de hoy, a cumplir un sueño.

A mi esposa y a mis hijos, por su amor y apoyo incondicional, especialmente a mi hijo Ramón (q.e.p.d.) que siempre está con nosotros.

A mis Padres y Hermanos por la fortaleza y el apoyo moral-económico que me han dado.

A mis Maestros, gracias por dejarme ir a su lado y compartir conmigo sus conocimientos, muy en especial a mi asesor de tesis Ing. José Muñoz Chávez, por su invaluable cooperación y paciencia.

A ti Ing. Alejandrina León Alanís, por tu perseverancia, para que yo este hoy aquí.

Al Ing. José Luis Gil Arroyo y a todos mis compañeros de COPYGSA, por la oportunidad de conocerlos y crecer profesionalmente con ellos.

Miguel Santiago Vasquez Anguiano



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL EMISOR
DE AGUAS RESIDUALES PARA LA MEGAPLANTA DE
LA CAPITAL DEL ESTADO DE MICHOACAN”**



Índice

I. UBICACIÓN EN EL CONTEXTO DEL SANEAMIENTO DE LA CIUDAD.

I.1. ANTECEDENTES

II. TERRACERÍAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

II.1. TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA

II.2. DESMONTE

II.3. CORTE PARA NIVELAR EL TERRENO

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

III.1. EXCAVACIÓN DE ZANJAS

III.2. ACARREOS DEL MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN

III.3. PLANTILLAS

III.4. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

III.5. RELLENO DE ZANJAS

III.6. TERRAPLENES

III.7. CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE VISITA

III.8. CONSTRUCCIÓN DEL CRUCE DEL EMISOR CON EL RÍO GRANDE



IV. PRUEBAS PARA GARANTIZAR LA OPERATIVIDAD DE LA TUBERÍA EMPLEADA

IV.1. REVISIÓN GEOMÉTRICA DE LAS TUBERÍAS

IV.2. PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBERÍAS EN CAMPO

IV.3. PRUEBA NEUMÁTICA DE TUBERÍAS EN CAMPO

IV.4. SELLADO DE JUNTAS

IV.5. REPARACIÓN DE DAÑOS EN LAS TUBERÍAS

V. APORTACIONES CON OPTICA GERENCIAL EN EL TRINOMIO TECNICA-TIEMPO Y COSTO.



I. UBICACIÓN EN EL CONTEXTO DEL SANEAMIENTO DE LA CIUDAD.

I.1. ANTECEDENTES.

El acelerado crecimiento de la población en las últimas cuatro décadas en el país ha provocado serios problemas en la cobertura y calidad de los principales servicios entre los que destacan agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Situación que afecta a la ciudad de Morelia, de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), en la ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán y cabecera del municipio del mismo nombre, presenta tasas de crecimiento del orden del 5% anual en los últimos 25 años, y ocupa el primer lugar de población con 667,453 habitantes como población fija y 29,400 habitantes como población estudiantil flotante. Esta población se asienta en ambas márgenes del Río Grande de Morelia, corriente principal de la cuenca hidrológica del mismo nombre. Cuyos escurrimientos descargan en la Laguna de Cuitzeo, aguas abajo de Morelia.

Dicho crecimiento ha generado un incremento en la demanda de servicios urbanos; en el caso del alcantarillado, el sistema de drenaje está inconcluso y se está realizando un gran esfuerzo para continuar las obras con el propósito de eliminar el rezago en la cobertura de este servicio.

Por lo que respecta al saneamiento, las aguas residuales se vierten al Río Grande y Río Chiquito sin recibir ningún tratamiento, lo que provoca serios problemas de contaminación, impactando negativamente en la zona de riego de Queréndaro y la Laguna de Cuitzeo.

Siendo estas razones suficientes para que se desarrollen las obras necesarias para sanear las descargas residuales de la ciudad.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



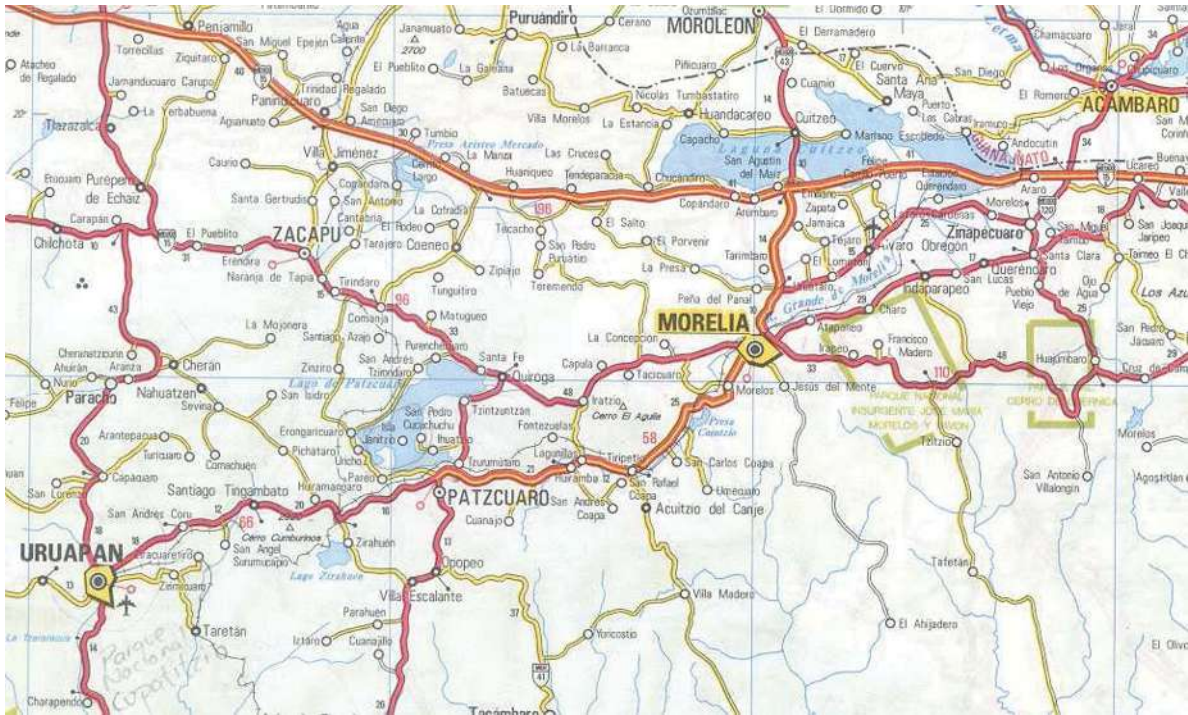
Con base a los análisis que este documento comprende, el Estudio de Ingeniería Básica será para una planta de tratamiento de aguas residuales de 1,200 litros por segundo (l.p.s.) de capacidad en su primera etapa y 1,600 l.p.s. en la segunda etapa para la ciudad de Morelia comprendiendo módulos de tratamiento de 400 l.p.s cada uno.

La calidad de las aguas tratadas y de los lodos debidamente acondicionados, deben ser tales que puedan ser aprovechados en la región en actividades principalmente agrícolas, con el fin de conservar el equilibrio del entorno ecológico.

Localización geográfica de la Ciudad de Morelia.

El municipio de Morelia se localiza en la parte norte-centro del Estado de Michoacán de Ocampo; sus coordenadas son: al norte 19° 43' 27" , al sur 19° 40' 00" de latitud norte; al este 101° 10' 00" y al oeste 101° 13' 26" de longitud oeste, con una altitud de 1.941 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el centro de la ciudad.

La Ciudad de Morelia tiene una superficie de 1,335.94 km², con lo cual ocupa 2.2% de la superficie total del estado limita al norte con el municipio de Chucandiro, Huaniqueo, Copandaro, Tarímbaro y Alvaro Obregón; al sur con Madero, Acuitzio, Huiramba; al este con Charo y Tzitzio y al oeste con Coeneo, Tzintzuntzan , Quiroga y Lagunillas.



Recursos hidráulicos.

La zona en la que se ubica la ciudad de Morelia cuenta con aguas superficiales que son aprovechadas como fuentes de abastecimiento de agua potable. La ciudad de Morelia se localiza en la región hidrológica RH12 Lerma-Santiago, en la cuenca de aportación del Lago de Cuitzeo, en la extrema sudoccidental de la misma.

En el Estado de Michoacán existen, como corrientes de agua, los siguientes ríos: Lerma, Balsas, Grande-Tepalcatepec, San Diego- Caracuaro, Neixpa- Aguililla, Purungueo-Grande, Coalcoman, Cupatitzio, Cohuayana, Grande de Morelia, Toscazo (Chula), Gonzalo, Aristeo Mercado, El Bosque, Cointzio y Mata de Pino.



Agua potable.

Actualmente, en la ciudad de Morelia aprovecha las aguas superficiales como fuente principales de abastecimiento, a través de la extracción de agua del embalse formado por la presa Cointzio, la cual se localiza aproximadamente a 11 km. Al suroeste de la ciudad, dentro del municipio de Morelia.

Alcantarillado.

La descarga de aguas residuales de la ciudad de Morelia se realiza a los Ríos Chiquito y Grande, los cuales atraviesan la ciudad y representan el drenaje natural del área urbana y de las cuencas de aportación aguas arriba, ocasionando la contaminación de los mismos, produciendo malos olores, mal aspecto y fuente potencial de enfermedades, además del impacto negativo que estas circunstancias representan para la zona de riego de Queréndaro y la Laguna de Cuitzeo. Existen además algunos arroyos dentro de la mancha urbana que también reciben descargas de aguas residuales, los cuales se unen posteriormente a los ríos mencionados. Los principales arroyos son: Cauce de Puhuato, Arroyo de Tierras o Arroyo de Santa María, Arroyo Blanco, Arroyo Plan de los Olivos, Dren Itzícuaró, Cauce Ejidos Santiaguito Norte y Poniente.

En la zona centro de la ciudad de Morelia, existen canales hechos de mampostería de piedra y barro que funcionan como drenaje. Parte de los mismos se han ido sustituyendo por redes de tuberías nuevas de concreto. La red de drenaje de la ciudad de Morelia está constituida por poco más de 677 km de tubería.



Algunos de los problemas detectados en el sistema de alcantarillado, son:

- Contaminación de los ríos Chiquito y Grande de Morelia, al hacerse la descarga directa a sus causes, pues actualmente no operan los colectores marginales por encontrarse inconclusos algunos cruces e interconexiones.
- Ingreso de aguas pluviales a la infraestructura prevista como alcantarillado sanitario.
- Impacto negativo en función del aspecto en la zona de riego de Queréndaro y la Laguna de Cuitzeo al no disponer actualmente de una planta de tratamiento en operación.
- Baja cobertura de red, la cual se estima del 70% en base a la red de atarjeas existentes, según del Diagnóstico de Alcantarillado y Saneamiento Integral de la Ciudad de Morelia.

Saneamiento.

En el año de 1984 se realizó un proyecto ejecutivo a través del Gobierno del Estado de Michoacán, para la planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Morelia, diseñada mediante un proceso de lodos activados para un gasto de 1.500 lps, iniciándose su construcción quedando inconclusa a un 30% de su avance.

Ante tal situación, la CNA decidió llevar a cabo la ingeniería básica para una nueva planta, la cual realizó en el año de 1994, incluyendo topografía. Mecánica de suelos, monitoreo y caracterización de las aguas residuales, así como el diseño de un tren de tratamientos a base de lodos activados. El sitio en el que se iniciaron los trabajos de construcción de la planta se localiza en un terreno de 6 hectáreas aproximadamente, donde se proyectó construir una estación de



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



bombeo. Este terreno se localiza aproximadamente 1,000 m aguas abajo de la intersección del Río Grande con el libramiento nororiente de la ciudad. Sin embargo, este proyecto no fue llevado a cabo por considerar que el proceso de tratamiento elegido era inadecuado para las características de las aguas residuales que entonces se analizaron.

Estudios topográficos.

Los estudios de topografía consistieron en realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico, tanto de la trayectoria del emisor que conducirá las aguas residuales del sitio denominado “El Tecnológico”, al sitio en el cual se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales en los linderos de la localidad de Atapaneo con una distancia aproximada de 9 km; como parte de dichos estudios se realizó una nivelación diferencial del trazo del emisor con el fin de ubicar el sitio más adecuado para la construcción de la planta de tratamiento.



Como ya se ha mencionado la planta de tratamiento estaba proyectada para ser ubicada de 1,000 m aguas debajo de la intersección del Río Grande con el libramiento nororiente, en un terreno cuya superficie es de 6 has. Aproximada.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Este sitio fue seleccionado en el año de 1984 cuando el Gobierno del Estado de Michoacán realizó el proyecto ejecutivo para una planta de tratamiento con capacidad de 1,500 l.p.s., quedando inconclusa la construcción.

Actualmente en el sitio donde se pretendía ubicar la planta de tratamiento "Tecnológico", el emisor alcanza una profundidad mayor a los 7 metros; el cárcamo de bombeo requerido para hacer llegar el agua a la planta estaría aproximadamente 3 o 4 metros abajo del emisor, lo que implica grandes excavaciones. Sin embargo, lo que realmente motivó a la reubicación de la planta de tratamiento cerca de la población de Atapaneo, fue:

1. El elevado costo de bombeo que se tendría ante tales circunstancias,
2. En la actualidad ese sitio ("El Tecnológico") colinda ya con la mancha urbana de la ciudad de Morelia, lo que generaría posibles conflictos con la población vecina, y
3. El proceso de tratamiento seleccionado para las aguas residuales generadas en la ciudad de Morelia requiere de una superficie de 12 has. Además de la superficie requerida para la estación de bombeo.

Analizando lo anterior se procedió a reubicar la planta de tratamiento. El sitio mas conveniente resultó estar a aproximadamente 9 km de distancia del sitio que originalmente se tenía contemplado para la construcción de la planta de tratamiento, teniendo colindancia sólo en su lado este con la población de Atapaneo (aproximadamente a 400 m). Esto implica la construcción de un emisor que permita hacer llegar las aguas residuales hasta la planta. El predio seleccionado cuenta con una superficie de 17 has. Aproximadamente, suficientes para el arreglo del proceso de tratamiento seleccionado, lo que implica una inversión inicial más fuerte de lo que originalmente se tenía previsto, sin embargo, en dicho predio no se requerirá de una planta de bombeo a la llegada

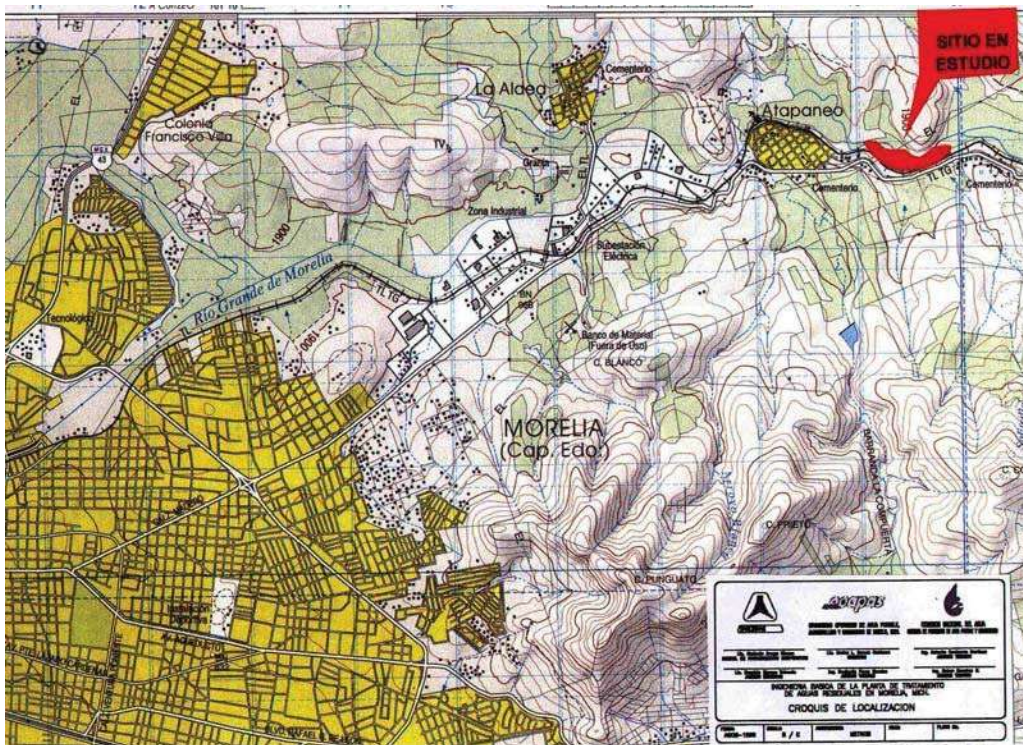


UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



del emisor, puesto que le flujo del agua será por gravedad, lo que con el tiempo se traduce en menores costos de operación y mantenimiento, que los requeridos en caso de contar con una estación de bombeo a la llegada del emisor.

Durante el desarrollo de los trabajos realizados se fue evaluando la posibilidad de la ubicación de la planta en función de terrenos con una extensión mínima de 15 has, con buenas condiciones de acceso y que eran sensiblemente planos, encontrando áreas con aptitudes para alojar la planta en los cadenamientos 2+400 y 5+600, áreas que se ubican en la margen izquierda del río, y un terreno adicional próximo al cadenamiento 8+400 el cual se ubica en la margen derecha del Río Grande.





II. TERRACERIAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.

II.1. TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA DEL TERRENO

Después de la aprobación del proyecto y de tener la autorización para el inicio de los trabajos en base a los niveles de terreno natural, de plantilla, pendientes, diámetros de tubería, anchos de zanjas, profundidades y trazo que forman parte del Proyecto Ejecutivo del Emisor, se debe proceder a reconstruir el Trazo y Nivelación del Emisor, mediante una poligonal abierta a partir de los puntos de referencia proporcionados en los planos ,ubicando todos los puntos de inflexión (pozos caja deflexión) y pozos caja en tangente obteniendo sus cotas topográficas, en base a los bancos de nivel establecidos en el proyecto. Se debe trazar, nivelar y seccionar una franja de ancho suficiente para que quede comprendida en ella el ancho de la zanja en la parte superficial del terreno. Este ancho está en función de la profundidad total de la zanja, de los taludes de sus paredes y del cajón necesario para tener una plataforma de apoyo para los equipos de excavación. Adicionalmente al trazo de la franja de la zanja en la superficie del terreno, se trazaré una zona de trabajo con un ancho suficiente para que queden comprendidas en ella la zona de tránsito de maquinaria y camiones, la zona para descarga y almacenamiento de la tubería, la zona para depositar el material producto de la propia excavación de la zanja el cual será susceptible de usarse nuevamente en los rellenos, la zona para depositar el material producto de la propia excavación y que será desperdiciado. El orden o distribución de estas zonas dependerá de las condiciones físicas que se encuentren en cada tramo a lo largo del trazo del emisor. Todas las consideraciones anteriores para la franja de la zanja en la superficie del terreno y la franja para la zona de trabajo dan por resultado una franja total que va desde 15.00 m hasta 25.00 m de ancho, ya que a mayor profundidad de la zanja, mayor será el ancho en la superficie por los taludes necesarios para la estabilidad de las paredes y por el mayor volumen de material que será depositado lateralmente. También habrá tramos donde la franja disponible esté muy



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



restringida por obstáculos naturales, de construcciones existentes, torres de electricidad o por las restricciones que establezcan los agricultores de la zona, y por el propio Río Grande de Morelia.



POLIGONAL ABIERTA PARA RECONSTRUCCION DE TRAZO





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



POLIGONAL ABIERTA PARA RECONSTRUCCION DE TRAZO



POLIGONAL ABIERTA PARA RECONSTRUCCION DE TRAZO



POLIGONAL ABIERTA PARA RECONSTRUCCION DE TRAZO



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



POLIGONAL ABIERTA PARA RECONSTRUCCION DE TRAZO



RECONSTRUCCION DE TRAZO Y NIVELACION DEL EMISOR



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



RECONSTRUCCION DE TRAZO Y NIVELACION DEL EMISOR



RECONSTRUCCION DE TRAZO Y NIVELACION DEL EMISOR



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



RECONSTRUCCION DE TRAZO Y NIVELACION DEL EMISOR



RECONSTRUCCION DE TRAZO Y NIVELACION DEL EMISOR



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



TRAZO DE FRANJA DE LA ZANJA PARA INICIAR EXCAVACION



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



UBICACION DE PUNTOS DE INFLEXION (POZOS CAJAS)



UBICACION DE PUNTOS DE INFLEXION (POZOS CAJAS)



II.2. DESMONTE

Una vez definida la franja de terreno requerida para la construcción del emisor, se procederá a desmontarla, cortando la vegetación mayor, los arbustos y los árboles, desenraizando y limpiando de manera que nada impida el libre trabajo en la zona, depositando los desechos lateralmente fuera de la zona de trabajo hasta 40.00 m. En caso de que no exista espacio suficiente para almacenarlo lateralmente, estos desechos serán acarreados en camión de volteo al banco de desperdicio o un basurero municipal de la zona.



EN ESTA ZONA SE APRECIA QUE IMPOSIBLE ALMACENAR LATERALMENTE POR LO TANTO SE DEBE DE ACARREAR DESDE UN INICIO



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ZONA DE DESMONTE CON POCO ESPACIO PARA DEPOSITARLO LATERALMENTE



ZONA DEL EMISOR POR DESMONTAR AQUI NO TENEMOS PROBLEMA PARA ALMACENAR EL PRODUCTO DEL DESMONTE



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ZONA POR DESMONTAR LA VEGETACION MAYOR

ZONA POR DESMONTAR PARA DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE TUBERIA



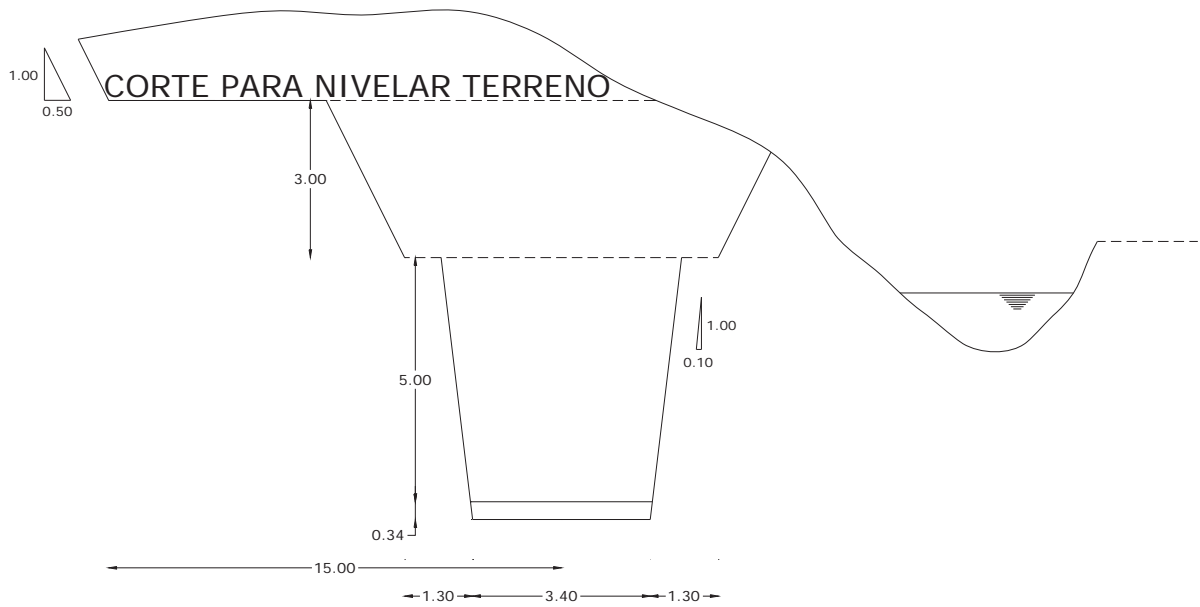


II.3. CORTE PARA NIVELAR EL TERRENO

Después de realizado el desmonte sobre la franja destinada a ser ocupada para la construcción del emisor y con un ancho de entre 15.00 y 25.00 m, se procederá a cortar con tractor buldózer o con motoconformadora, según sea necesario, para eliminar los bordos existentes a lo largo del trazo y para tener una plataforma a una elevación de 8.00 m sobre el nivel de plantilla de la tubería (arrastre del tubo), lo que permitirá trabajar sobre una superficie más uniforme y menos profunda que permita las maniobras de los equipos. Si este material es apto para usarse como tierra de cultivo, y si los agricultores de la zona están de acuerdo, se extenderá este en las parcelas colindantes con el mismo tractor buldózer. Si el material resulta de mala calidad para la agricultura será cargado con un cargador neumático y acarreado en camión volteo hacia un banco de desperdicio que designe la empresa y autorice la dependencia. Si es de buena calidad y además se requiere que parte de la capa retirada sea restituida al terminar la instalación de la tubería y de la colocación de los rellenos, el producto del corte será colocado lateralmente si el espacio lo permite, o bien, será retirado en camión volteo en caso contrario y depositado en un banco temporal para ser cargado y acarreado nuevamente para ser utilizado posteriormente como material de préstamo de banco.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



CORTE CON TRACTOR D8R CATERPILAR PARA ELIMINAR BORDOS EXISTENTES



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



CORTE CON TRACTOR D8R CATERPILAR PARA ELIMINAR BORDOS EXISTENTES

***CORTE CON TRACTOR D8R CATERPILAR PARA TENER PLATAFORMA A UNA ELEVACION DE 8.00 M
SOBRE EL NIVEL DE LA PLANTILLA***





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



EXTENDIDO DE MATERIAL PRODUCTO DEL CORTE EN PARCELAS COLINDANTES



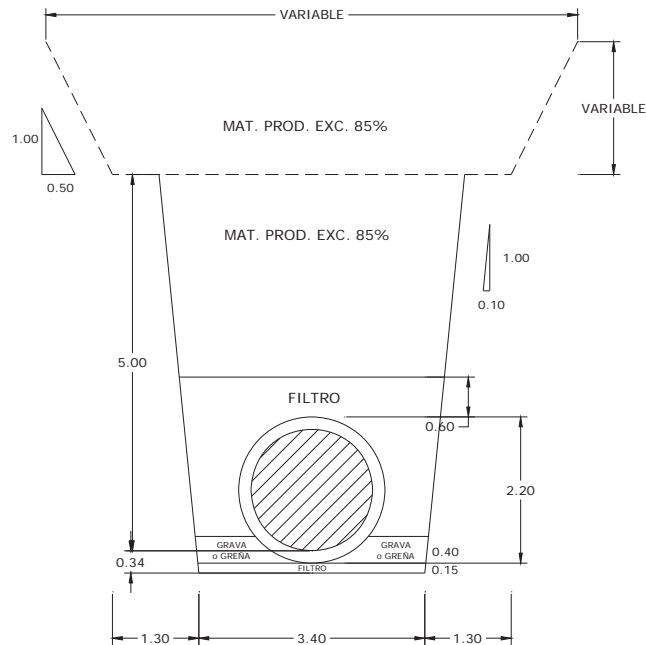
EXTENDIDO DE MATERIAL PRODUCTO DEL CORTE EN PARCELAS COLINDANTES



III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

III.1. EXCAVACIÓN EN ZANJAS

Después de realizado el corte para nivelar el terreno se reconstruirá el trazo del emisor y se marcarán las líneas que definen los límites de la zanja en la superficie, según sea la profundidad de zanja, la cual en la parte baja tendrá un ancho de 3.40 m para permitir alojar el tubo de 2.20 m de diámetro exterior, más 0.60 m de cada lado del tubo para su instalación, acostillamiento y relleno. La sección de excavación será trapecial, por lo que el ancho de 3.40 m de la zanja en el fondo irá aumentando de acuerdo al talud del proyecto de las paredes en proporción 0.10 : 1 para profundidades no mayores de 5.00 m de altura sobre la elevación de la plantilla de la tubería (arrastre del tubo), en el perfil del proyecto. Esta profundidad de 5.00 m está definida por la profundidad máxima de excavación de los equipos definida por los manuales de especificaciones del fabricante. El talud de 0.10: 1 de las paredes está determinada por la mayor verticalidad que es posible darles por las características propias del diseño mecánico de la pluma y del cucharón excavador. Para la profundidad total de la zanja se deberá tomar en cuenta, además de la profundidad que marca la elevación del arrastre (elevación de la plantilla en el perfil del proyecto), el espesor de la plantilla formada por filtro que como mínimo será de 15 cm., y el espesor de la pared de la tubería.



Si la plantilla se encuentra a una profundidad mayor de 5.00 m se deberá excavar previamente un cajón en forma trapezoidal con talud 0.5 : 1 en sus paredes, en donde su base parte de un mínimo de 6.00 de ancho para tener una banqueta lo suficientemente amplia para poder apoyar los equipos de excavación. A partir del piso de la zanja y hasta una elevación igual a 5.00 sobre la elevación de la plantilla, se dará a las paredes un talud de 0.5 : 1 para permitir un mínimo de estabilidad. Si el suelo encontrado es muy inestable, existen filtraciones, o el nivel de aguas freáticas es muy alto, estos taludes pudieran arrancarse a menos de 5.00 m de profundidad dando por resultado una zanja con mayor ancho en la superficie.

La excavación se debe realizar principalmente con maquinaria (excavadoras), pero podrá hacerse manualmente en algunas zonas para detalles especiales. Se debe ejecutar conservando las pendientes, anchos y profundidades que marque



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



el proyecto. El fondo de la zanja debe cumplir la condición de que proporcione un apoyo firme y uniforme a la plantilla que soportará a la tubería.

Si la profundidad de la zanja de acuerdo al proyecto resulta de más de 10.00 m, o existen obstáculos en el trazo como calles angostas y viviendas cercanas que correrían peligro por el ancho y profundidad de las zanjas, se podrá optar por realizar la instalación de la tubería por medio de tuneleado, si el tipo de material lo permite.



BANQUETA DE APOYO PARA LOS EQUIPOS DE EXCAVACION DE LA ZANJA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



BANQUETA DE APOYO PARA LOS EQUIPOS DE EXCAVACION DE LA ZANJA (2)



EXCAVACION DE CAJON PARA TENER BANQUETA DE APOYO DE LOS EQUIPOS DE EXCAVACION DE LA ZANJA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



EXCAVACION DE CAJON PARA TENER BANQUETA DE APOYO DE LOS EQUIPOS DE EXCAVACION DE LA ZANJA (2)



EXCAVACION EN MATERIAL TIPO B (12)



EXCAVACION EN MATERIAL TIPO B (13)



TRASPALO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION DE LA ZANJA



AFINE DE EXCAVACION EN LA PARTE MAS BAJA PARA DAR UN ANCHO DE 3.40 M PARA ALOJAR TUBERIA



AFINE DE EXCAVACION EN LA PARTE MAS BAJA PARA DAR UN ANCHO DE 3.40 M PARA ALOJAR TUBERIA (2)



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



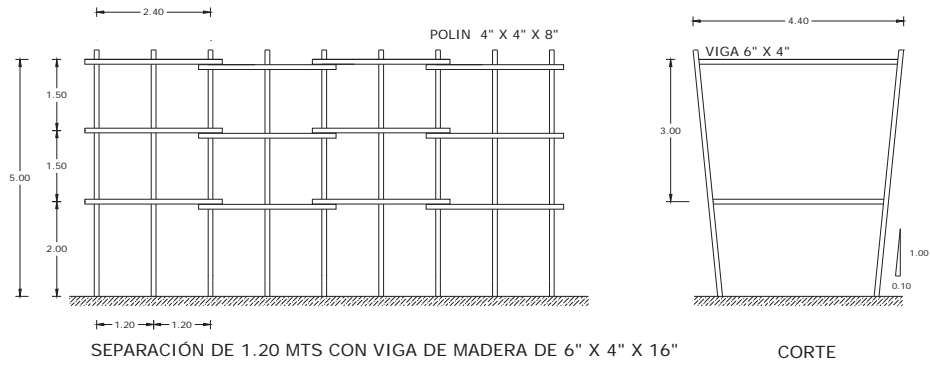
EXCAVACION CON MAQUINA , SE PUEDE OBSERVAR QUE EL EQUIPO UTILIZADO ALCANZA LA PROFUNDIDAD DESEADA

Las zanjas excavadas en terrenos inestables exigen un ademe para evitar el desplome de las paredes laterales, el cual puede ser abierto o cerrado, dependiendo del grado de inestabilidad de las taludes.

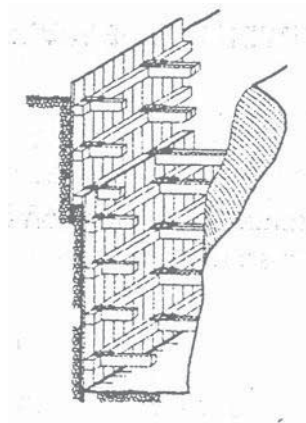
Para la formación de un ademe abierto puede ser suficiente con un apuntalamiento que consiste en colocar un par de vigas verticales de 6" x 4" dispuestas sobre los lados opuestos de la zanjas con dos vigas transversales de 6" x 4" que las fijan, colocando este sistema a cada 1.20 m de separación y unidos longitudinalmente con 3 polines de 4" x 4" que se colocan cada uno a una separación de 1.50 m a partir de la parte superior de la viga vertical.



ADEME ABIERTO



Para construir un ademe cerrado se deberán colocar tablas verticales para recubrir las paredes de la zanja y barrotes horizontales con vigas transversales. Previo a la colocación de cualquier tipo de ademe, la empresa solicitará autorización a la dependencia, la cual determinará si otorga el permiso u ordena que se amplíe la inclinación de los taludes de la zanja.



Ademe cerrado



III.2. ACARREOS DEL MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN

El material producto de la excavación se depositará lateralmente a la zanja y, dependiendo de sus propiedades, se empleará en los rellenos y plantillas o se desperdiciará. Si el material es apto para usarse para rellenos pero no hay espacio para depositarse lateralmente, se acarreará en camión a un banco de almacenamiento temporal designado por la empresa y autorizado por la dependencia, del cual será nuevamente cargado y acarreado a la obra cuando se requiera utilizar. Si el material no es adecuado o aún siendo apto resulta un excedente, será cargado en camión para llevarse al banco de desperdicio designado por la empresa y autorizado por la dependencia.



CARGA CON EXCAVADORA Y ACARREO EN CAMION VOLTEO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ACARREO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION



***BANCO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL PARA DESPUES UTILIZAR EL MATERIAL PARA RELLENOS
SOBRE LA TUBERIA***



III.3 PLANTILLAS

Después de realizar la excavación de la zanja, al piso final resultante se le dará un afine superficial para darle uniformidad. Este afine forma parte de los trabajos de excavación. Después se procederá a colocar una plantilla de filtro de 15 cm. de espesor que estará compuesta por partículas cuyo tamaño no exceda 4", que tiene la función de romper la capilaridad del suelo natural y evitar que se deformen la propia plantilla y las capas superiores del relleno de la zanja y por lo tanto dar mayor estabilidad a la tubería del emisor al minimizar los movimientos o deformaciones de las capas de relleno aún en la temporada de lluvias. Si el piso de la zanja se encuentra muy saturado, existen filtraciones, o el nivel de aguas freáticas es muy alto, se deberá achicar el agua lo más posible por medio de bombas autocebantes de 2" ó 4" o por medios manuales como puede ser el propio cucharón de la excavadora. En este caso el espesor de filtro dependerá del grado de firmeza que se consiga en el piso después de achicar, pero no podrá ser menor de 50 cm. en dos capas de 25 cm. como máximo. En cualquiera de los dos casos el filtro se procederá a acomodar con equipo vibratorio. Si la estabilidad de las paredes de la zanja lo permiten se empleará un Compactador de Suelos de Tambor Liso de 4500 Kg. de peso y un ancho de compactación de 1.27 m. En caso contrario se empleará un Rodillo Vibratorio Manual o un Apisonador de Impacto Manual (Bailarina) de 73 Kg. de peso.

Una vez lograda la estabilidad del piso de la zanja con la plantilla de filtro, se verificará que haya sido colocada con un nivel tal que pueda recibir al tubo de concreto de acuerdo a la elevación de la plantilla (arrastre del tubo) de proyecto. A esta plantilla de filtro se le dará la pendiente y la elevación a lo largo de cada tramo entre cajas de visita que marque el proyecto, tomando lecturas a cada 10.00 m y verificando también que cumpla con las elevaciones y el desnivel de proyecto en cada pozo caja de visita.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



VERIFICACION DE ELEVACION Y DESNIVEL DE PLANTILLA DE FILTRO DE ACUERDO AL PROYECTO



VERIFICACION DE ELEVACION Y DESNIVEL DE PLANTILLA DE FILTRO DE ACUERDO AL PROYECTO



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PLACA VIBRATORIA PARA ACOMODO DE MAETRIAL DE PLANTILLA FILTRO



PLACA VIBRATORIA PARA ACOMODO DE MAETRIAL DE PLANTILLA FILTRO (3)



RODILLO VIBRATORIO MANUAL PARA ACOMODO DE PLANTILA DE FILTRO



RODILLO VIBRATORIO MANUAL PARA ACOMODO DE PLANTILA DE FILTRO (2)



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



APISONADOR DE IMPACTO MANUAL (BAILARINA) DE 73 KG DE PESO PARA ACOMODO DE PLANTILLA DE FILTRO



EQUIPO MENOR PARA AFINE DE PLANTILLA



III.4 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

Una vez verificada y aprobada la pendiente y elevación de la plantilla construida e inspeccionado los tubos, se procederá a la instalación de la tubería, la cual debe comenzarse de la parte más baja hacia la más alta, es decir, de aguas abajo hacia aguas arriba para facilitar el drenado de los posibles escurrimientos pluviales, de filtraciones o de aguas freáticas. Las cajas de los tubos deben colocarse siempre en dirección aguas arriba para que el sentido del flujo ayude a la hermeticidad, aunque la junta de hule debe proporcionar de por sí, dicha hermeticidad.

Para la instalación de la tubería se tomará en cuenta el espacio disponible y las profundidades de la excavación, es decir, puede optarse por preparar tramos largos para después instalar los tubos necesarios, o bien, ir preparando para sólo avanzar en la instalación de tubo por tubo. La limitante de esta segunda opción es que por la gran profundidad de la zanja y por el reducido espacio, la propia excavadora deberá realizar la instalación, pero no puede alejarse demasiado del último tubo instalado, debido al alcance del brazo.

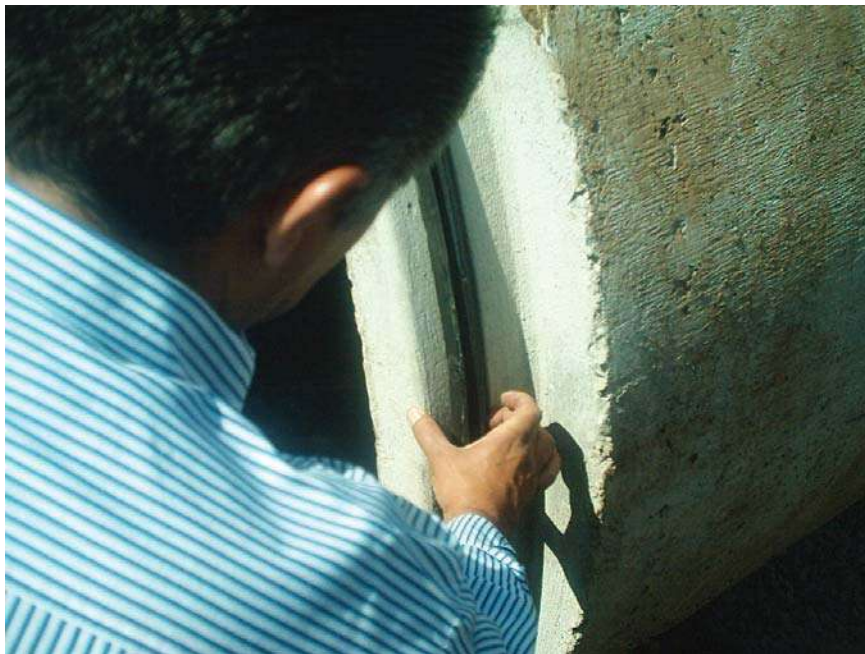
Como primer paso, las cajas, espigas y anillos se deben limpiar para retirar cualquier suciedad o rebaba. Se coloca la junta de hule junto al escalón de la espiga del tubo a ensamblar. Ya en su lugar, la junta se restira para igualar las tensiones en todo su perímetro. Esto se puede hacer con un desarmador, el cual se pasa entre la junta y la espiga, o simplemente estirándola con las manos en varias partes del perímetro de la espiga. Se debe verificar que la junta quede debidamente alineada y se procede a lubricarla untando grasa vegetal.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



COLOCACION DE JUNTA DE HULE EN ESPIGA DEL TUBO A ENSAMBLAR



REVISION DE JUNTA DE HULE PARA VERIFICAR LA TENSION EN TODO SU PERIMETRO



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



JUNTA DE HULE YA COLOCADA EN LA TUBERIA POR INSTALAR



COLOCACION DE JUNTA DE HULE EN ESPIGA DEL TUBO LISTA PARA SER INSTALADA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Por medio de una excavadora o de una grúa de capacidad adecuada, el tubo a instalar se sujeta suspendido con un estrobo o eslinga y se baja a la cepa y se coloca alineado con el tubo ya colocado. Durante esta operación el tubo a instalar no debe estar apoyado en la plantilla de filtro. Antes de realizar el acoplamiento se debe presentar el tubo concéntricamente para verificar la alineación de las extremidades, se acerca el tubo a que la junta de hule roce en toda la circunferencia de la orilla de la caja del tubo colocado en la zanja para comprobar que la junta de hule está en contacto con el concreto en toda la circunferencia y en su posición correcta. Se coloca una viga a presión en el interior de uno de los tubos ya instalados y otra en el extremo libre del tubo que se está instalando. Estas vigas se unen mediante un jalador mecánico (polipasto manual de cadena).



INSTALACION DE TUBERIA DE LA PARTE MAS BAJA HCIA LA PARTE MAS ALTA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



INSTALACION DE TUBERIA EN TRAMOS DIFICILES TUBO POR TUBO (3)



INSTALACION EN TRAMOS LARGOS POR LA ESTABILIDAD DEL MATERIAL Y LA POCA PROFUNDIDAD DE LA ZANJA



INSTALACION EN TRAMOS LARGOS POR LA ESTABILIDAD DEL MATERIAL Y LA POCA PROFUNDIDAD DE LA ZANJA (2)

Por la fuerza mecánica la espiga es llevada a su posición de unión. Se debe verificar durante estas operaciones que la junta de hule no se salga de su posición. Con el tubo acoplado, se comprueba, por el interior, con un escantillón que la junta esté en su lugar. Después de comprobar que la junta quedó bien colocada en este proceso de instalación, se debe revisar también la separación del ensamble entre los dos tubos ya instalados, aceptándose como tolerancia una abertura interior mínima de 1 cm. y abertura máxima de 3 cm. para de esta forma asegurar la hermeticidad de la junta, aunque dicha abertura puede ser o no uniforme a lo largo de todo el perímetro. En caso de que al revisar con el escantillón se detecte que la junta de hule no quedó bien colocada, sólo se liberará la tensión del equipo de tracción sin soltar el tubo del estrobo o eslinga, ni bajarlo a la plantilla de filtro, procediendo a desensamblar el tubo, se revisa nuevamente la junta de hule y se vuelve a hacer el acoplamiento. En caso de que la junta de hule no se recupere por haber perdido su elasticidad o tenga cortes



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



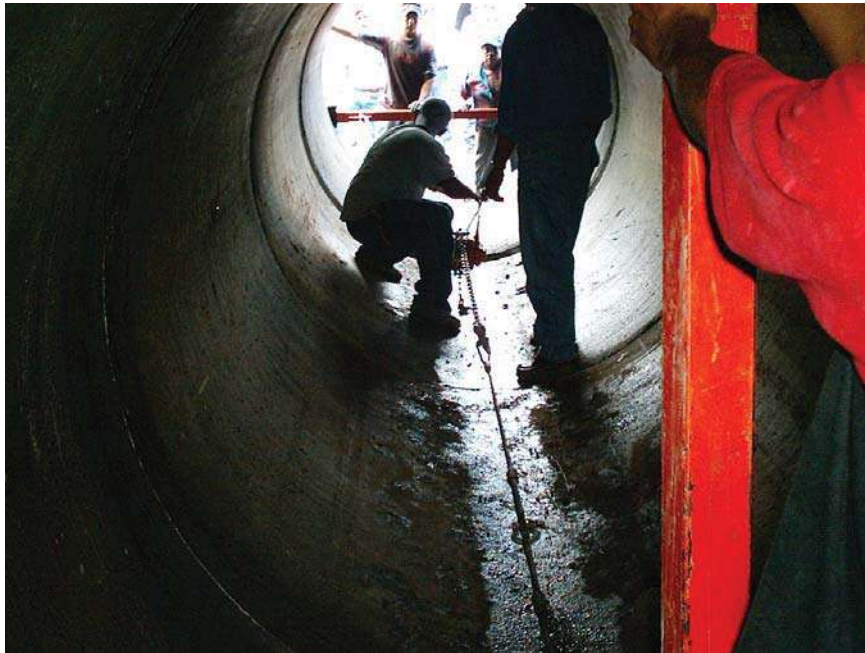
superficiales, se cambiará por una nueva. La tubería deberá ser probada en campo para comprobar la hermeticidad de las juntas, ya sea por medio de la prueba hidrostática o por medio de la prueba neumática, y si uno o más tubos presentan fuga, se reparará por medio del sellado de juntas.



COLOCACION DE VIGA A PRESION EN EL INTERIOR DEL TUBO



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



COLOCACION DE VIGA A PRESION EN EL INTERIOR DEL TUBO Y EXTERIOR DEL TUBO QUE SE ESTA INSTALANDO



COLOCACION DE VIGA EN EL EXTERIOR DEL TUBO PARA REHALIZAR LA INSTALACION



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Después de ser aceptada la colocación de la junta de hule, entonces se procede también a revisar el alineamiento de la tubería con respecto al eje del tramo entre cajas de visita, haciendo pequeños desplazamientos del extremo libre del tubo para alinearlo lo más posible, pero cuidando que la separación interior entre los tubos recién ensamblados no se salgan de las tolerancias. En caso de que por esta restricción no se logre un alineamiento completo, se aceptará el desalineamiento resultante de hasta 4 cm entre tubo y tubo, y no se forzará la junta para de esta manera darle prioridad a la hermeticidad del tubo sobre el alineamiento. Esta variación buscará compensarse o corregirse en la colocación de los siguientes tubos, ya que el alineamiento siempre debe basarse en el eje del tramo completo y no en el resultante del último tubo instalado, para de esta manera no acumular el desalineamiento. Entre caja y caja se aceptará un desalineamiento horizontal de hasta 4 cm y un desalineamiento vertical de hasta 1 cm. La tubería deberá ser probada en campo para comprobar la hermeticidad de las juntas, ya sea por medio de la prueba hidrostática o por medio de la prueba neumática, y si uno o más tubos presentan fuga, se reparará por medio del sellado de juntas.

La prueba neumática, y si uno o más tubos presentan fuga, se reparará por medio del sellado de juntas.

Después de verificar el alineamiento, ya se puede bajar el tubo para que apoye en la plantilla de filtro, liberando las tensiones del equipo de tracción y del estrobo o eslinga.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE LA TUBERIA INSTALADA



ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE LA TUBERIA INSTALADA (2)



ALINEAMIENTO DE TUBERIA (4)



ALINEAMIENTO VERTICAL DE LA INSTALACION DE TUBERIA



III.5 RELLENO DE ZANJAS

Una vez ya instalada la tubería sobre la plantilla de filtro, se debe realizar la primera etapa del relleno de la zanja, es decir el llamado acostillado, el cual debe conformarse con grava de tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " o con material en greña de características adecuadas, y colocándose directamente del camión a la zanja, distribuyéndolo uniformemente con apoyo de una excavadora, nivelándose manualmente y con el apoyo de varillas de referencia y simultáneamente a lo largo de ambos costados de la tubería, de tal manera que se llene el espacio en forma de cuña que existe entre la curvatura del tubo, la plantilla y la pared de la zanja, hasta una altura igual a $\frac{1}{6}$ del diámetro exterior de la tubería, es decir a 40 cm. Se compactará con un pisón de mano para tener la mayor penetración posible, cuidando que el material penetre en todas las zonas de la cuña.



ACOSTILLADO CON MATERIAL DE BANCO EN LOS LADOS DE LA TUBERIA



RELLENO ACOSTILLADO EN CAPAS DE 30 CM



RELLENO ACOSTILLADO HASTA un sexto 1.6 DEL ESPESOR DEL TUBO

Este relleno también debe realizarse simultáneamente a ambos lados de la tubería para lograr que el tubo tenga estabilidad lateral y que no vaya a tender a



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



desplazarse por un empuje desigual del material y la fuerza de compactación. Este relleno deberá ser compactado para su acomodo en capas de 30 cm. de espesor, con pisón metálico de mano o con equipo menor como es el apisonador de impacto manual (bailarina) de 73 Kg. de peso, o placa vibratoria.

A partir del nivel de esta capa de relleno correspondiente a 1/6 del espesor del tubo, se deberá rellenar hasta un nivel igual a 60 cm. arriba del lomo del tubo con filtro con tamaño máximo de partículas de 4", vaciándolo directamente del camión a la zanja, distribuyéndolo uniformemente con apoyo de una retroexcavadora o de una motoconformadora y simultáneamente a ambos costados de la tubería el cual se procederá a acomodar en capas de 30 cm. de espesor, con un Rodillo Vibratorio Manual o con un Apisonador de Impacto Manual (Bailarina) de 73 Kg. de peso.



RELLENO ACOSTILLADO EN AMBOS LADOS DE LA TUBERIA PARA QUE NO VAYA A TENER DESPLASAMIENTO



RELLENO CON FILTRO CON TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS DE 4



ACOMODO DE MATERIAL DE FILTRO CON APISONADOR DE IMPACTO MANUAL (BAILARINA) (2)

El resto del relleno para llegar a la superficie del terreno se hará con material producto de excavación, con un contenido de humedad óptima dado en sitio de



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



colocación o en patio, y compactado al 85% de su P.V.S.M. (peso volumétrico seco máximo), en capas de 30 cm. de espesor, empleando para ello nuevamente el Rodillo Vibratorio Manual o el Apisonador de Impacto Manual (Bailarina) de 73 Kg. de peso.

A Medida que vaya subiendo el nivel de relleno producto de la excavación y si la estabilidad de las paredes de la zanja lo permiten, se usará para compactar un Compactador de Suelos de doble Tambor Liso de 4,500 Kg. de peso y un ancho de compactación de 1.27 m. Este relleno con producto de excavación se puede compactar en capas de 50 cm. de espesor si se emplea un Compactador Vibratorio de 11,800 Kg. de peso y un ancho de compactación de 2.13 m.



COMPACTACION DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION CON COMPACTADOR DE SUELOS DE DOBLE TAMBOR LISO



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION



RELLENO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAPAS DE 50 CM. CON COMPACTADOR VIBRATORIO



III.6 TERRAPLENES

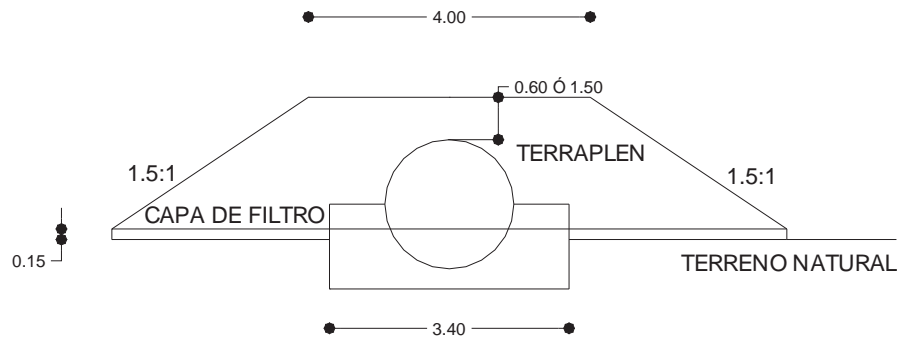
En los sitios fuera de los terrenos propiedad de la Planta de Tratamiento en que debido a la topografía del lugar y a los niveles del proyecto, la tubería quede superficial con respecto al terreno natural y con un relleno sobre el lomo del tubo inferior a 1.50 m, después de instalado y acostillado el tubo con el filtro, se deberá proteger la tubería por medio de un terraplén de material de banco, con un contenido de humedad óptima dado en sitio de colocación o en patio, y compactado al 85% de su P.V.S.M. (peso volumétrico seco máximo), en capas de 30 cm de espesor, empleando para ello nuevamente el Rodillo Vibratorio Manual o un Compactador de Suelos de Tambor Liso de 4500 Kg. de peso y un ancho de compactación de 1.27 m.

El terraplén deberá construirse con un nivel de corona que sea el equivalente a tener 1.50 m arriba del lomo del tubo, un ancho de 4.00 m de corona y con taludes con una inclinación de 1.5: 1. Para los sitios que queden ubicados dentro de los terrenos propiedad de la Planta de Tratamiento, el terraplén deberá construirse con un nivel de corona que sea el equivalente a tener 60 cm. arriba del lomo del tubo, un ancho de 4.00 m de corona y con taludes con una inclinación de 1.5: 1 y se conectará a los caminos de circulación propios de la Planta de Tratamiento.

Este terraplén deberá tener una estructura tal que garantice la estabilidad y la seguridad del emisor por lo que después de los límites de los 3.40 m de ancho total de zanja, deberá tener como desplante una capa de filtro de 15 cm de espesor que estará compuesta por partículas cuyo tamaño no excedan de 4", que tiene la función de romper la capilaridad del suelo natural y evitar que se saturen las capas superiores del relleno del terraplén.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ACOSTILLADO DE TERAPLEN

ACOSTILLADO DE TERAPLEN (3)



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



INCORPORACION DE AGUA (1)



MEZCLA DE MATERIAL PARA TERRAPLEN



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TERRAPLEN SOBRE EL TUBO (4)



TERRAPLEN TERMINADO PARA PROTECCION DE TUBERIA



III.7 CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE VISITA

Las Cajas construidas en sitio serán aquellas que correspondan a puntos de inflexión con una deflexión mayor a 15° , o que por alguna circunstancia especial no pueda ser empleada la caja prefabricada. Para esta caja el ancho de zanja en esta zona se ampliará de tal forma que quede un espacio libre de 90 cm a cada lado de la caja.

Como las cajas construidas en sitio no se pueden tener terminadas conforme avanza la colocación de la tubería, para la colocación del relleno de la zanja se debe emplear costalera, rellena con filtro o con material producto de la excavación, según corresponda al nivel del relleno en que se coloque. Esta costalera tiene la función de contener todo el relleno de las zanjas de llegada y salida, desde el acostillamiento hasta la superficie, dándole un talud a la contención para tener estabilidad.



COSTALERA



COSTALERA

Al piso donde habrá de desplantarse la caja se le da una compactación superficial y debe tener la elevación adecuada para recibir una capa de filtro de 15 cm de espesor, una plantilla de concreto simple de 10 cm de espesor de $f'c = 100$ kg/cm², el espesor de la losa de piso de la caja y el espesor de la media caña.

Después de colocada la plantilla de concreto, se procede a armar y colocar el acero de refuerzo en losa de piso y anclaje de muros hasta una altura de 40 cm, previamente habilitado de acuerdo a lo que marque el proyecto y se cimbra primeramente la losa de piso y los 40 cm de altura en muros. Para evitar el paso del agua por la junta del muro se coloca a lo largo de ésta una banda flexible de P.V.C. ojillada, sujetándola con alambre por los ojillos y se cuela con concreto de resistencia según el proyecto. Posteriormente, al día siguiente, se termina el armado de los muros, se cimbran abrazando los extremos de los tubos de entrada y salida y se cuelan. Los muros se pueden descimbrar al día siguiente de colados. Finalmente se cimbra la losa de cubierta, se arma con el acero de refuerzo, dejando la preparación para la chimenea, y finalmente se cuela. Al día siguiente se comienza a fabricar la chimenea con tabique de barro recocido,



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



dejando empotrados los escalones de fierro fundido. Se aplana la chimenea por dentro y finalmente se coloca el brocal. Otra opción es usar los anillos prefabricados para la formación de la chimenea. La losa se puede descimbrar a los 21 días de haberse colado si es concreto normal, o a los 7 días si es concreto con acelerante.



HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN LOSA DE PISO DE CAJAS DE VISITA





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN LOSA DE TECHO DE CAJAS DE VISITA



CIMBRA EN MUROS DE CAJAS DE VISITA



CIMBRA EN MUROS DE CAJAS DE VISITA (2)



COLOCACION DE CONCRETO



COLOCACION DE CONCRETO



RELLENO CON MATERIAL DE BANCO EN CAJA DE VISITA



RELLENO CON MATERIAL DE BANCO EN CAJA DE VISITA



01 CONTRUCCION POZOS DE VISITA



CONTRUCCION POZOS DE VISITA

Finalmente, se procede a colocar todo el relleno hasta la superficie con filtro con tamaño máximo de partículas de 4", el cual se procederá a acomodar con un



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Rodillo Vibratorio Manual o con un Apisonador de Impacto Manual (Bailarina) de 73 kg de peso. Los costales que contienen el relleno de las zanjas no se retiran, por lo que conforme va subiendo el relleno de las cajas, los costales se van integrando al relleno total.



CONTRUCCION POZOS DE VISITA



III.8 CONSTRUCCIÓN DEL CRUCE DEL EMISOR CON EL RÍO GRANDE

Descripción de la obra.

El cruce del emisor con el río Grande de Morelia quedará comprendido entre dos cajas, la caja 67 en el kilómetro 6+543.84 y la caja 68 en el kilómetro 6+570.38. Por la profundidad de la plantilla de la tubería (arrastre del tubo) el emisor quedará por debajo del lecho del río y se encofrará la tubería en concreto, para evitar su flotación y protegerla del arrastre sólido del río.

Condiciones del cruce.

El cruce del río se realizará en el tramo cercano a la zona urbana de Atapaneo, la margen izquierda del actual cauce tiene una plataforma de terreno horizontal de aproximadamente 30 m de ancho, hasta donde aparece la falda de un pequeño cerro donde aflora la roca. En la margen derecha se encuentra un fraccionamiento de reciente creación, y a unos 30 m la vía del ferrocarril.

Trabajos previos.

Se realizará la construcción del emisor tanto aguas arriba como aguas abajo del cruce, hasta las cajas número 67 y 68, respectivamente, deberá contarse con la obra terminada en el tramo de la obra de desvío. Deberán dejarse construidas las cajas de colector 67 y 68 previo a la construcción del cruce, solo los muros de las cajas a los que se conectará la tubería quedarán preparados para su colado una vez colocada la tubería del cruce.



Construcción del canal de desvío.

Se excavará el canal de desvío en la margen izquierda del río Grande de Morelia, la excavación se realizará de aguas abajo hacia aguas arriba hasta alcanzar los niveles marcados en proyecto. Se dejará una franja en la margen del río para ejecutarla al final de la excavación y realizar la excavación en lo posible en seco. La excavación de estos tramos que conectarán con el río se realizará al final, primero el tramo de aguas abajo y al final el de aguas arriba, que derivará las aguas del río. La margen derecha del canal deberá ser protegida con costalera, para prevenir la erosión del flujo del agua. El material producto de la excavación será depositado en las cercanías del sitio, si existe espacio suficiente, para su posterior utilización en el relleno del canal cuando sea terminada la obra. De lo contrario se acarreará en camión a un banco provisional de almacenamiento.

Construcción de ataguías.

Una vez excavado el canal se procederá al cierre del cauce iniciando con la ataguía de aguas arriba del cruce, para lo cual se tirará material producto de excavación desde la margen derecha del cauce en la posición indicada en el proyecto, se colocará y se irá protegiendo con costalera en la superficie de aguas arriba, se deberá ir desplantado de tal manera que sirva de superficie de rodamiento para colocar el material al frente de avance de la ataguía. En el tramo final se realizará el cierre, si así se requiere, con costalera únicamente. Una vez construidas las dos ataguías se bombeará el agua que haya quedado en el recinto formado en el cauce entre las dos ataguías, en caso de que se aflore agua dentro del recinto, el bombeo se realizará en forma continua mientras dure la construcción del cruce.



Excavación de la zanja para alojar la tubería.

Se construirán dos rampas de rodamiento para que los equipos de construcción tengan acceso a la zona de trabajo, se construirán en forma paralela al trazo del emisor y a una distancia de 3 m del eje de la excavación. Una vez construidas estas rampas se procederá a realizar la excavación de la zanja con una excavadora, hasta alcanzar la profundidad del fondo de la zanja indicada en el proyecto de 58 cm abajo del nivel de la plantilla de la tubería por colocar. Si el grado de saturación del piso resultante es muy alto, se sustituirá el espesor que sea necesario con una plantilla de filtro de tamaño máximo de 4", acomodándolo con equipo ligero. Una vez terminada la excavación y la eventual plantilla de filtro, se colará en el fondo de la zanja una plantilla de concreto de $f'c = 100$ kg/cm² con un espesor de 10 cm.

Habilitado de acero de la parte inferior del encoframiento.

Se procederá a realizar el habilitado de la parte inferior del encoframiento, dejando las puntas de las varillas preparadas para el traslape con el armado del segundo colado.

Colocado de la plantilla de la tubería.

Se colará con concreto de $f'c = 250$ kg/cm², la parte inferior del encoframiento, con un espesor de 30 cm, desde el fondo de la zanja hasta la parte inferior de la tubería por colocar. Se esperará a que el concreto colocado fragüe.

Colocación de la tubería.

Para la colocación de la Tubería se colocarán cuñas de concreto de forma trapecial prefabricados para soportar lateralmente el tendido de la tubería, siguiendo el procedimiento ya descrito para la instalación de la tubería.



La instalación de la tubería se realizará de aguas abajo hacia aguas arriba, y así facilitar el drenado del agua que pudiera invadir la excavación. Deberá verificarse la pendiente y elevación de la plantilla previamente construida.

Habilitado del acero alrededor de la tubería.

Una vez colocada la tubería se procederá al habilitado del acero de refuerzo del encoframiento complementario alrededor de la tubería, el acero se colocará realizando los traslapes necesarios con las varillas dejadas en el colado de la parte inferior del encoframiento.

Colocación de cimbra.

Se habilitará la cimbra de las paredes verticales del encoframiento, se deberá realizar toda la obra de soporte que requiera para que tenga un comportamiento adecuado durante las maniobras de colado.

Colocado de encoframiento.

Se procederá al colado y vibrado del concreto del encoframiento. La colocación del concreto deberá realizarse por capas del orden de 30 cm de espesor, en las que se realice el vibrado en forma continua. El concreto deberá ser mezclado en planta y su resistencia deberá ser de 250 kg/cm².

Relleno de la zanja.

Una vez fraguado el concreto del encofrado se retirará la cimbra de las paredes verticales, y se procederá al relleno de la excavación lateral del emisor y de la parte superior del encofrado mediante la colocación de filtro, debido a que por ser este cauce una zona muy húmeda y expuesta a filtraciones permanentes, este



material es el único que garantiza la estabilidad del relleno y un adecuado drenado.

Colocación de pedraplén para protección del emisor.

Para protección del emisor y para reponer el nivel del piso original del cauce del río se construirá un pedraplén de 1.00 m de espesor, con roca a volteo de tamaño máximo de 50 cm, para garantizar su estabilidad y evitar que la corriente del río socave el relleno de la zanja. Este pedraplén abarcará toda la longitud del tramo entre cajas de visita de este cruce y tendrá un ancho tal que cubrirá una franja de 5.00 m adicionales al ancho final de la zanja en su parte más alta, tanto aguas arriba como aguas abajo. Igualmente este pedraplén cubrirá los taludes del cauce en las mismas dimensiones y alcances que en el piso.

Retiro de ataguías.

Se retirará primero la ataguía de aguas abajo y posteriormente la de aguas arriba. El retiro de ataguías se realizará con una excavadora, desde la corona de la ataguía y en sentido inverso al que se colocaron.

Relleno del canal de desvío.

Una vez que el río regrese a su cauce original, se procederá a cargar y acarrear de regreso el material desde el banco de almacenaje para rellenar el canal de desvío, compactándolo en capas de 30 cm de espesor al 85% de su P.V.S.M (peso volumétrico seco máximo), empleando para ello nuevamente el Rodillo Vibratorio Manual o el Apisonador de Impacto Manual (Bailarina) de 73 kg de peso. Si la estabilidad de la paredes de la zanja lo permiten, se usará para compactar un Compactador de Suelos de Tambor Liso de 4500 kg de peso y un ancho de compactación de 1.27 m. Este relleno con producto de excavación se



puede compactar en capas de 50 cm de espesor si se emplea un Compactador Vibratorio de 11800 kg de peso y un ancho de compactación de 2.13 m.

IV. PRUEBAS PARA GARANTIZAR LA OPERATIVIDAD DE LA TUBERIA EMPLEADA.

IV.1. REVISIÓN GEOMÉTRICA DE LAS TUBERÍAS

Antes de proceder a la instalación de los tubos, éstos se deben revisar en cuanto a su apariencia general y en cuanto a su geometría. Se deberá verificar que en su superficie no presenten despostillamientos ni agrietamientos en las espigas, las cajas, ni en su cuerpo en general. Si estos daños existen, ya sea derivado del transporte, de la operación de descarga o por maniobras de almacenaje, se deberán reparar fuera de la zanja con el procedimiento especificado por el fabricante y que garantice el buen comportamiento de la estructura del tubo.

En cuanto al espesor nominal de la pared del tubo de 1.83 m, que es de 17.8 cm., se aceptará como tolerancia una disminución de hasta el 5%, es decir de 0.9 cm, por lo que el espesor mínimo será de 16.9 cm. Los espesores mayores al nominal no son motivo de rechazo del tubo.

La ortogonalidad ó paralelismo tendrá una tolerancia de hasta 1 cm. entre dos mediciones a escuadra diametralmente opuestas.

La sección circular del tubo deberá ser revisada para verificar que no presente deformaciones que puedan ocasionar que el ensamble con otro tubo sea forzado y puedan dañarse las espigas o cajas.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



AMARRE DE TUBERIA PARA TRASLADO)



BAJADO DE TUBERIA DE PLATAFORMA DEL TRAILER (1)



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



REVISION GEOMETRICA DE TUBERIA (2)



IV.2. PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBERÍAS EN CAMPO

Las tuberías pueden ser probadas en campo ya sea por medio de la prueba hidrostática o por medio de la prueba neumática. La prueba hidrostática se debe llevar a cabo en la tubería y en tramos comprendidos entre dos cajas de visita y después de haber colocado el relleno.

Para las pruebas hidrostáticas en campo se debe contar con el siguiente material:

- Agua
- Tapones herméticos para los extremos de los tubos a probar
- Bomba de émbolo con capacidad de 1 kg/cm² o más
- Manómetro conectado a uno de los tapones de 0 a 1 Kg./cm² con escala mínima de 0.01 Kg./cm²
- Cronómetro
- Dispositivo para medir volumen, escala mínima de 0.5 litros
- En uno de los tapones un dispositivo para purgar el aire acumulado

Preparación antes de hacer la prueba cuidando los siguientes puntos:

- Sellar todas las incorporaciones a la línea por probar
- Llenar lentamente del punto más alto al punto más bajo, para asegurar que el aire contenido en la tubería sea expulsado por el punto más alto
- El tiempo del pre-llenado será de 24 horas

Procedimiento:

- Habiendo llenado la tubería con 24 hrs. de anticipación, el paso a seguir es purgar la tubería para que no contenga aire



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



- Aplicar la presión de 0.5 Kg./cm² manteniéndola durante 15 minutos, agregar la cantidad de agua que fue absorbida para mantener la presión inicial.
- La base para calcular la cantidad de agua extra que se debe de agregar a la tubería a probar se obtiene con la siguiente fórmula: .

$$V=0.10 \times \pi \times D \times L \quad \text{donde :}$$

V = Volumen de agua admisible por agregar en litros

D = Diámetro interior de la tubería en metros

L = Longitud del tramo a probar en metros

El tramo probado se considera hermético si el agua agregada durante los 15 minutos del periodo de prueba no exceden al volumen calculado por la fórmula anterior para sostener la presión de prueba de 0.5 Kg./cm².

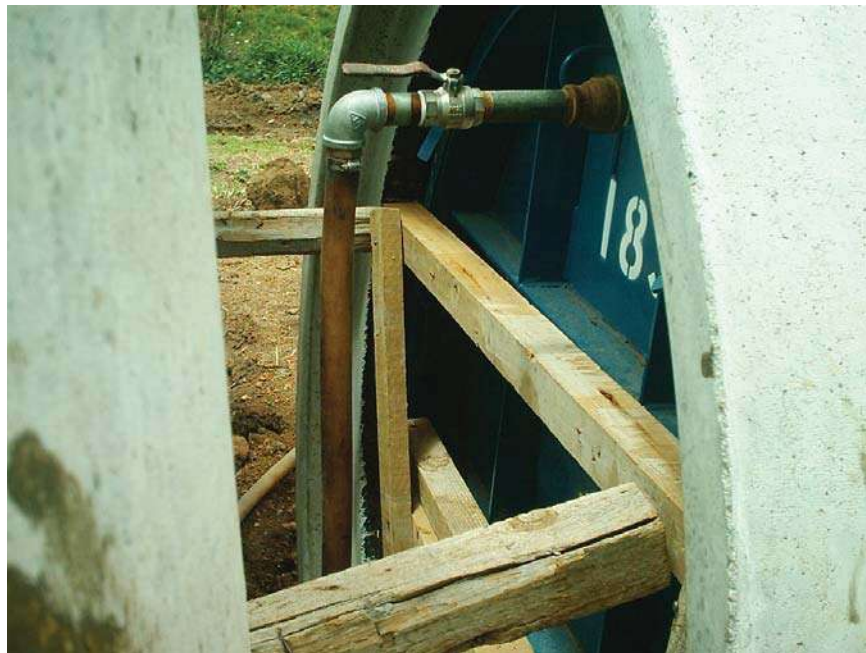
Si por alguna razón uno o más tubos presentan fugas, podrán repararse con algún aditivo especial tapa fugas o con un sistema de sellado de juntas. El tramo se volverá a probar hasta alcanzar los requerimientos.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PRUEBA HIDROSTATICA (3)



PRUEBA HIDROSTATICA (2)



IV.3. PRUEBA NEUMÁTICA DE TUBERÍAS EN CAMPO

La prueba neumática en campo, se realiza junta por junta, antes o después de haber colocado el relleno sobre la tubería.

La banda de prueba debe ser instalada y atracada de manera que se prevengan los reventamientos, ya que la expulsión repentina de una conexión mal instalada es peligrosa, por lo que la prueba no debe realizarse a presiones mayores de 0.6 Kg./cm^2 .

El aire se introduce lentamente y se regula su suministro hasta alcanzar 0.3 Kg./cm^2 . Entonces la manguera de suministro de aire se desconectará, o la válvula de control se cerrará y se iniciará el tiempo de conteo con un cronómetro. La prueba se aceptará si se mantiene la presión interna por lo menos durante 10 segundos.



ACCESORIOS PARA PRUEBA NEUMÁTICA



PRUEBA NEUMÁTICA

IV.4. SELLADO DE JUNTAS

Si después de realizada la prueba en campo de hermeticidad de las juntas de las tuberías, uno o más tubos presentan fugas, podrán repararse siguiendo un procedimiento que permita un sellado eficiente y permanente.

El procedimiento que se empleará para sellar las juntas será a base de un producto denominado "Sikaflex-1A" de un componente, o similar, que es un sellador elástico de poliuretano, y de un primario denominado "Sikadur-32" de dos componentes de distinto color, o similar.

Primeramente se deben preparar la superficie y los bordes de la junta de concreto, eliminando cualquier partícula suelta, polvo, aceite o grasa. La superficie debe estar sana y seca.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Cuando las juntas de la tubería sean mayores de 3 cm se deberá rellenar previamente con papel enrollado, una manguera flexible, un cordel de plástico, o un material similar.

Para preparar el primario se mezclan los dos componentes de diferente color hasta obtener una mezcla de color uniforme. Se aplica en la superficie de la junta el primario "Sikadur-32" con cepillo o brocha de pelo. Cuando empieza a endurecer, pero estando aún pegajoso, se rellenan las juntas con el sellador elástico, penetrando un mínimo de 10 mm. La superficie se debe alisar con un espátula o con el dedo, mojándolos previamente en agua y jabón.

Una vez sellada la junta que presentaba fuga, se volverá a probar hasta alcanzar los requerimientos especificados.



SELLADO DE JUNTAS 1



SELLADO DE JUNTAS 2

IV.5 REPARACIÓN DE DAÑOS EN LAS TUBERÍAS

Si llegan a presentarse despostillamientos o agrietamientos graves en las espigas, o en las cajas o inclusive en su cuerpo en general, ya sea derivados de la operación de transporte, descarga, por maniobras de almacenaje o por incidentes durante la instalación, se deberán reparar fuera de la zanja con el procedimiento especificado por el fabricante para garantizar que el tubo no tendrá problemas de comportamiento estructural ni de hermeticidad.

El procedimiento que se empleará para reparar los tubos será a base un producto denominado "Mortero Kuicret", o similar, de dos componentes, es decir, de un producto en polvo y de un producto líquido cuya función es ser activador.

Primeramente se debe preparar la superficie dañada, eliminando cualquier partícula suelta, polvo, aceite o grasa. Se humedece con agua limpia la superficie del tubo en donde se va a aplicar la reparación.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



En seguida se coloca una cimbra especial, la cual soportará y dará forma al mortero durante su fraguado, consiguiendo con esto recuperar con precisión la forma original de la parte dañada.

Se procede a preparar el mortero, usando para ello una mezclera o un recipiente de plástico o metal, donde se mezcla 1 litro de Kuicret en polvo con $\frac{1}{4}$ de litro de Kuicret en líquido. Con la ayuda de una cuchara de albañilería se incorporan los materiales hasta obtener una mezcla homogénea, semipastosa y sin grumos ni aire atrapado. En caso de que la mezcla requiera más Kuicret en líquido, se debe agregar únicamente el necesario para ajustar la consistencia deseada.

Para asegurar la adherencia del mortero de reparación con el concreto viejo del tubo, también se debe aplicar el Kuicret en líquido con una esponja sobre la superficie que se va a reparar, previo a la aplicación del mortero.

Se procede a aplicar el mortero Kuicret con la ayuda de una cuchara o espátula. Se debe detallar con sumo cuidado con el mismo instrumento hasta lograr una superficie semejante a la del resto de la zona que no sufrió daño.

Es importante que esta superficie reparada de mortero Kuicret se cure, al menos durante la primera hora, para evitar una desecación rápida, para lo cual se mantendrá la superficie protegida con bolsas de polietileno o franelas mojadas. Se deben extremar las medidas de curado cuando las condiciones climatológicas sean más agresivas, como puede ser una baja humedad en el aire, viento o sol intenso.

Si una vez terminada la reparación, la superficie presentara porosidades, éstas se deben resanar con un mortero Kuicret preparado con el mismo procedimiento anteriormente descrito, hasta obtener una superficie uniforme.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Si a pesar de esta segunda etapa de reparación, el tubo no pasa las pruebas de inspección y de revisión geométrica, esta pieza se rechazará y no podrá instalarse.

Al día siguiente de efectuada la reparación se puede retirar la cimbra y realizar un detallado superficial si lo requiere. El tubo reparado puede instalarse de inmediato.



REPARACION DE TUBERIA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



REPARACION DE TUBERIA (1)



VI. APORTACIONES CON OPTICA GERENCIAL EN EL TRINOMIO TECNICA-TIEMPO Y COSTO.

Todos los días participamos en uno o más proyectos, algunos sencillos, otros complejos y otros más de carácter personal. Tenemos proyectos sencillos como organizar una fiesta o planear un viaje; también tenemos otros más complejos como desarrollar un sistema computacional, introducir un nuevo producto al mercado, realizar una campaña publicitaria o construir un edificio. Asimismo, existen proyectos muy personales como nuestro proyecto de vida o de nuestro desarrollo profesional.

Toda nuestra vida hemos estado relacionados con proyectos. Nuestra vida ha sido, es y será un proyecto personal, ya sea en los círculos sociales o en nuestro fuero interno, muy nuestro, muy propio.

Ya sea nuestro proyecto una fiesta, un viaje o nuestra vida profesional, siempre tendrá un comienzo y un fin determinado, un tiempo delimitado, una duración cuantificable. Aunque en ocasiones participemos en proyectos que pensamos que nunca terminarán, siempre llegan a su fin.

Cada proyecto posee características y funciones específicas que serán gradualmente desarrolladas y le confieren la cualidad de único, pues aunque hagamos casa idénticas en serie, es seguro que las circunstancias varíen: ya sea que el clima cambie, la consistencia de los agregados se altere o que la mano de obra sea otra. Todas estas circunstancias y factores hacen que cada proyecto sea único.

Todo proyecto tiene un inicio y un fin determinados, a continuación se ilustran cinco procesos.

Inicio:

Establecer la visión del proyecto, el que; la misión por cumplir sus objetivos, la justificación del mismo, las restricciones y supuestos.



Planeación:

Desarrollar un plan que nos ayude a prever el como cumpliremos los objetivos, tomando en cuenta una serie de factores que afectan todo proyecto. Aquí se establecen las estrategias, con énfasis en la prevención en vez de la improvisación.

Ejecución. Implementar el plan, contratar, administrar los contratos, integrar al equipo, distribuir la información y ejecutar las acciones requeridas de acuerdo con lo establecido.

Control. Comparar lo ejecutado o real contra lo que prevenimos o planeamos (control), de NO identificar desviaciones, en equipo acordamos la acción correctiva (planeación adicional), y luego continuamos con la ejecución, mantenimiento informado al equipo.

Cierre. Concluir y cerrar relaciones contractuales profesionalmente para facilitar referencias posteriores al proyecto así como para el desarrollo de futuros proyectos. Por último, se elaboran los documentos con los resultados finales, archivos, cambios, directorios, evaluaciones y lecciones aprendidas, entre otros.

Al eliminar los procesos de inicio y cierre tenemos sólo una operación de rutina, en vez de un proyecto. El ciclo repetido de mejora continua planear-hacer-verificar-actuar.

planear = planeación,

hacer = ejecución,

Verificar = control

Actuar = planeación adicional y ejecución



En contraste con esta práctica de cinco procesos para el desarrollo de proyectos, el esquema tradicional podría ilustrarse en sólo tres procesos: improvisación-parche-cierre.

improvisación

Por lo general no formalizamos ni documentamos el inicio del proyecto compartiendo la visión y objetivos con los involucrados

parche

Comúnmente no implementamos un Plan de Proyecto que considere e integre todos los factores del mismo.

cierre

El enfoque está dedicado a la corrección más que a la prevención de problemas. En muchos casos no existe un estándar preestablecido de reportes y controles efectivos y puntuales; éstos los presentamos sobre la marcha basándonos en la prueba y el error.

Una de las funciones más importantes de la Gerencia es el lograr y mantener el equilibrio entre Técnica-Tiempo-Costo (T, T, \$). Debemos establecer desde un principio las fronteras de las tres áreas, para monitorearlas muy de cerca en el desarrollo de los trabajos previos al diseño, durante éste y a lo largo de la implementación, hasta llegar al cierre del proyecto.

Es común en proyectos residenciales, que el Cliente tenga en un inicio expectativas de Técnica-Tiempo-Costo, pero durante el desarrollo del diseño, en el proceso de definición del Técnica, no revisemos el balance mencionado y al momento de concursar nos encontremos con la sorpresa de que el Costo del proyecto sobrepasa al monto máximo esperado y el Cliente tenga que aportar más dinero, o volver a la etapa de diseño para ajustar el Alcance de acuerdo con



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



sus posibilidades económicas, lo que resulta en una desilusión, producto de eliminar expectativas de Técnica, retrasos y costos adicionales por rediseño. Aún más caótico es cuando iniciamos la construcción sin tener un conocimiento claro y total del costo y las sorpresas aparecen en etapas avanzadas de la obra, donde el Cliente que es obligado a suspender los trabajos, no sin hacer previos intentos improvisados por reducir costos vía negociaciones de contratos o modificación de especificaciones. En muchos casos, los acabados e instalaciones sufren recortes que perjudican tanto el concepto del diseño original, como el buen funcionamiento de la residencia, la cual esperamos sea utilizada por muchos años, con altos costos de mantenimiento y adaptaciones posteriores no siempre bien logradas.

El triángulo Técnica-Tiempo-Costo-Calidad está cimentado por dos áreas de alta repercusión para el éxito del proyecto y muchos proyectos fallan por deficiencias en la selección e integración de equipos de trabajo y/o por comunicación deficiente. El ejemplo anterior refleja una falla de comunicación, pues si el Cliente hubiera sabido, en etapas tempranas del proyecto, acerca del riesgo por no monitorear al balance $T - T - \$$, habría ajustado la Técnica, el Tiempo, o incrementado los recursos económicos disponibles, o una combinación de ellos.

Otra área clave para lograr dicho balance es el manejo del Riesgo. Todo proyecto presenta riesgos los cuales se deben identificar, prever y monitorear. Una de las estrategias para transferir ciertos riesgos es el manejo efectivo de los Abastecimientos, evaluando las estrategias de contratación, el número de contratos, el tipo de contrato, la forma de pago, la preselección de empresas, la administración y supervisión de los acuerdos contractuales, etcétera.

Plan del Proyecto.

En el mejor de los casos, desarrollamos un plan considerando sólo tiempo y costo, en vez de las nueve áreas descritas, lo cual causa que al momento de



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



controlar, la base de comparación no sea real o confiable, por lo que es común reportar buenos avances al inicio, pero a partir de medio camino hasta el final, encontramos desfases considerables que típicamente resultan en proyectos retrasados y fuera de presupuesto, cuando no utilizamos el tiempo de corrección por falta de veracidad en la información.

Administración de los Recursos Humanos.

Lograr el mejor desempeño de las personas participantes en el proyecto.

Una de las responsabilidades más importantes del Gerente es el liderar al equipo para alcanzar los objetivos.

El Gerente tiene la autoridad y responsabilidad requeridas para administrar el proyecto, lo que facilita la atención a clientes, proveedores, así como la solución de problemas. Y el encargado tiene facultades más bien técnicas, y requiere de sus jefes para la toma de decisiones y la dirección del proyecto.

Durante la etapa de planeación, el Gerente con el apoyo del Patrocinador, define e inicia la integración del equipo del proyecto, tanto directivo como ejecutor, interno y externo, así como sus relaciones organizacionales. El Gerente establece, en conjunto con los involucrados, cuales serán los roles y funciones de cada uno sobre el desarrollo del trabajo incluido.

Es importante recordar que el área de recursos humanos es fundamental para la cimentación balance Técnica-Tiempo-Costo, pues un sin número de proyectos fracasan por deficiencias en la selección e integración del equipo.

El Gerente deberá identificar los conocimientos y habilidades necesarias por parte de los integrantes del equipo para seleccionar, de ser posible, los mejores elementos disponibles.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Director:

- Es el punto focal de las decisiones fuera del alcance de autoridad del Gerente .
- Miembro de la organización ejecutora con capacidad para tomar decisiones e influir en los grupos clave de participantes.
- Persona interesada en los resultados exitosos del proyecto.

Responsabilidades:

- Facilitar la toma de decisiones a tiempo
- Apoyar en la asignación de recursos.
- Superar conflictos y barreras organizacionales para el mejor desempeño del proyecto.
- Aprobar el Charter y el Plan del Proyecto.
- Aprobar los cambios al Proyecto.
- Proveer dirección estratégica.
- Asignar y apoyar al Gerente del Proyecto.

Gerente :

- Habilidades de integración.
- Habilidades de liderazgo
- Experiencia en Administración de Proyectos..
- Conocimiento de la organización del Cliente.
- Conocimientos de la industria y del tipo de proyecto encomendado.
- Habilidad para lograr la cooperación de los involucrados clave.

Responsabilidades:

- Liderar el equipo para alcanzar los objetivos.
- Asegurar la comunicación efectiva entre la administración y otras organizaciones externas.
- Asegurar que los problemas del proyecto sean identificados y resueltos a tiempo.
- Integrar y ejecutar las funciones de planeación, programación, negociación, comunicación, evaluación, control, toma de decisiones y elaboración de reportes.

Administración del Tiempo:

Procesos requeridos para asegurar que el proyecto termine de acuerdo al programa.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Una de las funciones más importantes de la Administración de Proyectos concierne a la planeación y control de la duración del proyecto. El programa de éste es de suma importancia pues provee la integración a lo largo del tiempo par coordinar los trabajos de todos los integrantes.

Terminar el proyecto a tiempo.

Obtener un flujo continuo de trabajo (sin interrupciones o retrasos).

Evitar confusiones y malos entendidos.

Aumentar el conocimiento de todos los integrantes acerca del estatus en que se encuentra el proyecto.

Proveer reportes veraces y oportunos.

Obtener conocimiento anticipado de la distribución de los costos mientras dure el proyecto (flujo de erogaciones).

Definir y comunicar con precisión y claridad la responsabilidad/autoridad de cada una de las partes a través del tiempo.

Nivelar y asignar apropiadamente los recursos.

Establecer parámetros de medición de desempeño.

Administración de la calidad:

Objetivos de la Administración de la Calidad.

Los objetivos de la Administración de la Calidad son: asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales inició, identificar los estándares de calidad relevantes al proyecto y determinar cómo satisfacer dichos estándares.

Por ejemplo, podemos comparar dos tipos de puertas: una sólida y otra hueca o de tambor. Ambas pueden cumplir con el mismo uso funcional, o sea dar privacidad. No podemos decir que la puerta de tambor es de menor calidad, más bien, es de diferente Grado. Podría darse el caso que la puerta de tambor sea de



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



excelente calida y la puerta sólida, de mala calidad; la diferencia entre una y otra está en los requerimientos o Grado de Calidad.

El Director coordinados por el Gerente determinan los Grados de Calidad, mientras que la entrega es responsabilidad del Gerente y su equipo. Entregar calidad es una de las responsabilidades más importantes del Gerente , pues cuenta con la autoridad y responsabilidad requeridas para integrar todas las áreas a través de los procesos para cumplir y superar las expectativas de los involucrados.

El equipo de la Gerencia debe también estar conciente de que la administración moderna de calidad complementa la administración profesional de proyectos.

La satisfacción del cliente:

Entender, manejar e influir las necesidades para satisfacerlas y alcanzar o superar las expectativas del cliente. Esto requiere una combinación de atenerse a especificaciones

- El ciclo repetido de planear-hacer-verificar-actuar. (el proyecto debe producir lo que dijimos que haría, y la capacidad de uso (el producto o servicio proporcionado debe satisfacer las necesidades reales).

La prevención es preferible a la inspección

El costo de prevenir errores siempre es menor que el costo de corregirlos.

Responsabilidad de la Administración:



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



El éxito requiere de la participación de todos los miembros del equipo, pero sigue siendo la responsabilidad de la administración el proveer los recursos necesarios para el éxito.



BIBLIOGRAFIA:

- ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO.
(Ingeniería Ambiental 6º Edición).
TERENCE J. McGHEE.

- INGENIERIA SANITARIA, REDES DE ALCANTARILLADO Y BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES.

- MANUAL DE DISEÑO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE LA COMISION NACIONAL DEL AGUA (CNA).

- MANUAL DEL INGENIERO CIVIL. TOMO IV
Frederick S. Merritt. TERCERA EDICION.

- HIDRAULICA
Samuel Trueba Coronel.
Editorial C.E.C.S.A.

- TRATADO DE CONSTRUCCION TOMO I Y II.
Antonio Miguel Saad.
Editorial C.E.C.S.A.