



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**Proceso constructivo para el
drenaje con el empleo de tubería de
polietileno termofusionada.**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Civil

PRESENTA

Delfino Morales Cárdenas

DIRECTOR DE TESIS

Mtro. José Paulo Mejorada Mota



FES Aragón

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, 2017



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis padres

Raquel (+) y Gregorio (+)

Por su amor, dedicación y valores morales y espirituales que me enseñaron.

A mi esposa

Lucia

Por su amor, tolerancia y respeto.

A mis hijos

Mario Alberto, Amaury y Gibran Itamar

Por ser una parte esencial en mi vida.

Universidad Nacional Autónoma de México

Por ser parte fundamental en mi formación académica y profesional.

Con todo mi amor, Gratitude y respeto

Gracias

ÍNDICE

	Página
Portada-----	1
Agradecimientos-----	2
Índice -----	3
Capítulo I Introducción -----	4
Capítulo II Antecedentes -----	6
Capítulo III Aspectos técnicos de la tubería -----	8
Capítulo IV Proceso constructivo y análisis de precios unitarios -----	26
Capítulo V Presupuesto -----	66
Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones -----	71
Bibliografía -----	75

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el capítulo I.- Introducción, el objetivo de este trabajo de tesis es describir el proceso constructivo que se llevó a cabo para la ejecución del drenaje, utilizando tubería de polietileno de alta densidad mediante el sistema de termofusión, con lo cual la tubería queda completamente hermética de pozo a pozo de visita que impide la filtración de líquidos y por consiguiente la contaminación de agua residual al subsuelo.

En el capítulo II.- se presentan los antecedentes que sirvieron como base para la realización de este proyecto, desde la problemática del sistema de drenaje; así como la decisión de utilizar tubería de polietileno, basándose en las características que presenta este tipo de tubería.

Capítulo III.- Aspectos técnicos de la tubería de polietileno de alta densidad, se enfoca básicamente en presentar cada una de las características principales de la tubería que hacen que sea un factor determinante para la decisión de su uso, señalando las enormes ventajas que esta tubería tiene.

Del capítulo IV.- Proceso constructivo y análisis de precios unitarios.- se hace la descripción de todo el proceso de obra, desde la termofusión de la tubería, trazo y nivelación y todos los trabajos subsecuentes necesarios para la correcta ejecución y funcionamiento del proyecto de drenaje; se detallan los requisitos necesarios para la elaboración de precios unitarios conforme a precios del mercado, tomando en consideración todos los insumos materiales, mano de obra, maquinaria y equipo.

El capítulo V.- Presupuesto.- en este rubro se presenta un listado detallado de todos los conceptos y/o actividades necesarios que se requieren para la ejecución del proyecto ejecutivo de drenaje; este catálogo es el complemento de las actividades que se realizan para la ejecución de la obra, mismos que van acompañados con sus respectivas unidades, cantidades y precios unitarios, estos últimos tomados de los análisis elaborados conforme lo indicado en el capítulo anterior. La sumatoria de todos esos conceptos de obra nos proporcionará el costo total de la obra de drenaje.

El capítulo VI.- Conclusiones y recomendaciones.- Al haber concluido con la construcción del drenaje, se hace una análisis general de la obra realizada, en donde se hace la evaluación de cada uno de los conceptos ejecutados, considerando tiempos de ejecución, problemática presentada y soluciones dadas en ese momento, revisando costos tanto de insumos materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, verificando que las medidas de seguridad adoptadas hayan sido las idóneas; de tal manera que al hacer este tipo de evaluación se pueda llegar a una serie de conclusiones específicas y recomendaciones que pueden ser de gran utilidad en futuras obras de este género, de tal manera que influyan en un futuro cercano durante el desarrollo profesional en este tipo de obras y en general de cualquier obra civil.

Desde su creación en 1966, la Ciudad Industrial del valle de Cuernavaca CIVAC, se le conoce como el polo de desarrollo más importante del estado mexicano de Morelos, ubicado en el municipio de Jiutepec.

Jiutepec es uno de los 33 municipios que integran el Estado de Morelos y se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 53' de latitud norte y 99° 10' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 1,350 metros sobre el nivel del mar.

En 1972, la Asociación de Propietarios de CIVAC denominada PROCIVAC, se constituye como asociación civil, asumiendo en 1993 la responsabilidad de suministrar servicios públicos a la zona industrial.

De esta forma y por medio de las aportaciones que hacen las empresas de acuerdo a su tamaño, PROCIVAC atiende las necesidades de agua potable, drenaje, recolección de basura, pavimentación, mantenimiento de áreas verdes, iluminación, señalización e infraestructura general.

Además, PROCIVAC es quien norma el cumplimiento del reglamento interno de CIVAC en lo relacionado con urbanismo, asesora a los asociados en importantísimos temas como seguridad industrial y cuidado al medio ambiente, todo ello orientado a ofrecer el mejor soporte a las empresas que conforman el parque industrial.

Entre las empresas más importantes que tienen residencia en la zona industrial de CIVAC, se encuentran instaladas: Roche, Unilever, Baxter, Mycom Mayekawa, Alucaps, Givaudan, NEC Corporation, Glaxo Smith Kline, Fibrolub Mexicana, Sintex y varias empresas más.

Nissan opera en CIVAC, con la instalación más grande en el parque industrial, tiene dos plantas de fabricación y emplea a más de 2,000 trabajadores, además de los patios de almacenamiento y resguardo de las unidades automotrices que produce.

La realización de esta obra, del cual es tema de este trabajo de tesis, se llevó a cabo dentro del sistema de drenaje residual industrial, en la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) en el Municipio de Jiutepec, Estado de Morelos, aunque también este procedimiento se puede emplear en cualquier Estado de la República Mexicana.

CAPITULO II

ANTECEDENTES.

La problemática que se presentó en el sistema de colectores de agua residual de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) en cuanto a su red de drenaje, es que cuenta con un sistema de tuberías de concreto simple y reforzado en diámetros que oscilan entre 10" y 36" (25 a 91 cm), el cual fue construido en la década de los años 60's.

por tal motivo, la asociación encargada del mantenimiento de la zona industrial (PROCIVAC) empezó a realizar revisiones a todos los drenajes que se encuentran dentro del parque industrial; así como al drenaje marginal a la barranca denominado La Gachupina que transporta al agua residual industrial y municipal a la planta de tratamiento de aguas residuales denominada ECCACIV (Empresa para el Control de la Contaminación del Agua de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca).

De dicha revisión se detectó que la mayoría de las tuberías de concreto están dañadas por la erosión del agua, debido a los años que han estado en servicio, ya que la mayoría de las tuberías de drenaje cuentan con espesores de 2 a 3 cm en las paredes del tubo en el área del arrastre hidráulico y en virtud de esta situación se determinó hacer un plan de rehabilitación para reemplazar las tuberías de drenaje existente del parque industrial.

Para esto, fue necesario analizar diferentes tipos de tuberías para la rehabilitación del drenaje como fueron: de concreto, plástico, P. V. C. tipo alcantarillado y polietileno de alta densidad; todo este análisis se hizo tomando en cuenta varios aspectos, desde lo económico, funcional y práctico, pensando siempre en calidad, seguridad, hermeticidad y costo, así como las cualidades que cada una de las distintas tuberías existentes en el mercado presentan conforme a su ficha técnica.

Después de realizar la evaluación a la tubería existente y analizar las diferentes tuberías que se tienen en el mercado, se llegó a la conclusión que la que cumplía con los requerimientos necesarios óptimos para la rehabilitación de la red de drenaje industrial y municipal es la tubería de polietileno de alta densidad, la cual ofrece las siguientes ventajas y características:

- Economía y funcionalidad
- Hermeticidad
- Resistencia a la corrosión
- Paredes internas homogéneas (lisas)
- Resistencia mecánica
- Resistencia a tensiones
- Resistencia a compresiones
- Facilidad de manejo en campo y almacenaje
- Resistencia a ataque físico y biológico

El uso de tubería de polietileno de alta densidad en México ya es muy frecuente para resolver múltiples necesidades, tales como conducción de diferentes fluidos en la industria, en los servicios municipales, en instalaciones agropecuarias, en la construcción y muchos otros; por lo tanto, la determinación que se tomo en su decisión de elegirla fueron dichas ventajas y características, que la hicieron viable para su colocación.

La exigencia en el mercado nacional de contar con tuberías y conexiones de excelente calidad, hermeticidad, duración y servicio la ofrece el sistema de tuberías y accesorios de polietileno de alta densidad; por lo que a nivel nacional se cuenta con fabricantes de este tipo de tubería, como puede ser en la Ciudad de Monterrey, México y Puebla; ya que sus propiedades la sitúan como una tubería muy versátil en su manejo, instalación y operatividad, ventajas sobre otras tuberías, lo cual las hace más económicas y funcionales, considerando su nulo mantenimiento y cumpliendo ampliamente con las normas de calidad, tanto nacionales como internacionales.

Los múltiples usos a los que ha sido sometida la tubería de polietileno han resultado excelentes y la colocan en la preferencia de los técnicos prestadores de servicios y usuarios en general de áreas tan importantes como:

- Sistema de alcantarillado municipal e industrial
- Sistema de abastecimiento de agua potable
- Sistemas agropecuarios
- Drenaje agrícola
- Protección de cables
- Dragado
- Estación de bombeo, plantas de tratamiento
- Distribución de gas doméstico
- Oleoductos
- Y otros usos más

La exigencia de utilizar la tubería de polietileno de alta densidad se genera a partir de la seguridad que se debe crear en un sistema de drenaje en cuanto a su hermeticidad en tuberías y registros, debido a que la industria requiere drenajes más seguros, en virtud de que algunas fábricas durante su proceso de producción utilizan en el agua químicos y solventes que son peligrosos si se llegan a filtrar al subsuelo con sus consecuencias dañinas que provocarían a los mantos acuíferos y estos a su vez al ser humano.

Esta tubería garantiza hermeticidad al 100% y seguridad en el transporte de fluidos, ya que la unión de la tubería que se utilizó para este proyecto se hace mediante un sistema de termofusión, el cual consiste en calentar los extremos de cada tubo a unir, por medio de dos comales eléctricos, para después ser unidos por gatos hidráulicos ejerciendo una presión tal en los extremos de los dos tubos y con el calentamiento de las dos caras del comal metálico provocando que se termofusionen ambos extremos de la tubería.

De tal forma, que al enfriarse la parte termofusionada, queda una unión de tubo resistente igual que cualquier otra parte de la tubería; cabe aclarar, que previo al calentamiento de la tubería es necesario cortar o ajustar los extremos de cada tubo a unir con las cuchillas que para el efecto trae el equipo de termofusión, de tal manera que las caras perpendiculares al eje del tubo al unirse los extremos de los dos tubos por medio de los gatos hidráulicos del equipo de termofusión no se vea filtre luz en la unión que va a termofusionarse.

Bajo esta condición, se decide utilizar este tipo de tubería, debido a que crea una seguridad en el transporte de las aguas residuales, debido al sistema empleado el cual no permite se filtre liquido alguno fuera de la tubería, garantizando así, tuberías herméticas y de la longitud que requiera el proyecto.

CAPITULO III

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA TUBERÍA

La tubería de polietileno de alta densidad y alto peso molecular, a diferencia de otros plásticos y materiales tradicionales reúne excelentes propiedades físicas y las más importantes de aplicación ingenieril son:

- **Densidad:** La tubería contiene un rango de densidad de 0.941 a 0.965gr/cm³ que como polietileno es definido como tipo III.
- **Categoría:** De acuerdo a su capacidad de fluidez a determinadas condiciones de prueba, el polietileno aplicado para la elaboración de tubería de polietileno de alta densidad corresponde a un polietileno categoría IV.
- **Módulo de flexibilidad:** El módulo de flexibilidad de la tubería de polietileno fluctúa en rangos de 110,000 a 160,000 lbs/pulg².
- **Esfuerzo a la tensión:** Las características de la tubería de polietileno oscilan en valores de 3,000 a 3,500 lbs/pulg².
- **Resistencia al medio ambiente:** Debido a su composición y desarrollo del polietileno aplicado en la elaboración de la tubería, este polímero es capaz de resistir el ataque biológico de los agentes inorgánicos y orgánicos existentes en el subsuelo.
- **Esfuerzo hidrostático:** El esfuerzo hidrostático aplicado para el diseño de presiones de trabajo y presiones de reventamiento es de 1,600 lbs/pulg².
- **Protección UV:** Debido a la adición del 2 a 3% del estabilizador UV, negro de humo, la tubería es capaz de resistir por tiempo prolongado a la intemperie sin sufrir degradación en sus superficies.
- **Amplia gama de diámetros:** La tubería de polietileno está disponible en diámetros nominales desde 13mm (1/2") a 900mm (36") con diferentes espesores de pared, lo que permite el uso de la tubería en diversa condiciones de trabajo.
- **Factores de flujo:** La tersura de la pared interior de la tubería de polietileno se conserva durante todo el tiempo que se requiere de su servicio, debido a la resistencia que tiene a las incrustaciones, por lo cual su coeficiente de rugosidad es muy bajo, $n = 0.009$.
- **Resistencia al impacto:** Con la tubería de polietileno de alta densidad no se tiene el riesgo de pérdidas de material por fracturas debido a golpeo en el manejo de carga, almacenamiento o instalación; esto evita hacer gastos excedentes debido a desperdicios y mermas.
- **Flexibilidad:** En todos los diámetros de tubería es posible disminuir considerablemente la cantidad de codos para el cambio de dirección si el radio de curvatura de la tubería se conserva con un mínimo de 10 a 20 veces el diámetro del tubo, según el RD que se utilice.

RD	Radio min.	RD	Radio min.
41	22	17	13
32.5	20	13.5	10
26	18	11	10
21	16	9	10

Esto aunado a la parte lisa de sus paredes, disminuye al mínimo las pérdidas por fricción.

- **Ligereza:** La tubería de polietileno pesa mucho menos que la mayoría de otras tuberías en los mismos diámetros, como es el caso del concreto, el acero y asbesto-cemento.

Su peso específico es de 0.955-0.957 por lo que puede inclusive flotar en el agua, características que se reflejan en ahorros sustanciales en mano de obra y manejo para acarreo e instalación de la tubería.

- **Resistencia química:** Esta tubería es inerte a la acción de la mayoría de los agentes químicos que se manejan en la industria y no se ve afectada por la composición natural de los diferentes terrenos o agua marina.

Como la tubería de polietileno no es conductora de electricidad no se presenta la corrosión por electrolisis; así mismo, no favorece el crecimiento de hongos o bacterias ni la incrustación de los sólidos presentes en el agua.

- **Durabilidad:** El tiempo de vida útil estimado para la tubería en redes subterráneas que conducen agua a 23° C es de 50 años, lo que supera por mucho a cualquier tubería de otros materiales.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento es nulo conforme a las características mencionadas anteriormente, debido a su sistema de uniones por termofusión, factores de flujo, resistencia química y durabilidad y lo que es más importante, no se tienen problemas de pérdida de agua por la uniones, que afectan los pavimentos y con lo que es peor, contaminan el subsuelo provocando daños al ser humano.
- **Resistencia en zonas difíciles:** Las propiedades físicas y químicas del material que se utiliza para la elaboración de la tubería tiene la característica relevante de poder utilizarse en cualquier tipo de terreno, la tubería no es frágil ni excesivamente rígida, se flexiona ajustándose al contorno natural del terreno y absorbe esfuerzos por impacto. Solo en terreno rocoso se recomienda proteger la tubería del contacto directo de piedras agudas (filosas).

Las características de resistencia y flexibilidad permite que la tubería absorba esfuerzos por oleaje, vibración o movimiento del terreno, por lo que su aplicación resulta la opción ideal en cruce de ríos, lagos, pantanos o donde el terreno sea arenoso o inestable, absorbiendo con eficiencia esfuerzos provocados por movimientos sísmicos de mediana y baja intensidad.

- **Temperatura:** Todas las tuberías termoplásticas son sensibles a los cambios de temperatura, conforme la temperatura aumenta, la resistencia de la tubería a esfuerzos prolongados disminuye y viceversa.

- **Resistencia a agentes químicos:** La tubería de polietileno fabricada con poliuretano es inerte a la acción de varios agentes químicos que se manejan en la industria. Esta característica es una ventaja relevante que permite el uso de polietileno en casi todas las áreas de la industria, ya que esta tubería soporta la exposición a ambientes corrosivos, sean estos ácidos o alcalinos, húmedos o secos, sin llegar a oxidarse, escamarse o perforarse, aunque lleguen a existir reacciones químicas o eléctricas en el ambiente o terreno circundantes.

Todo esto, aunado a un sistema de unión por termofusión que la hace a prueba de fugas, permite su aplicación en todos aquellos lugares que se requiera evitar fugas de productos corrosivos o contaminantes para otros materiales o ambientes. Del mismo modo, esto también es aplicable cuando se requiere que el fluido que se conduce no resulte contaminado por filtración de otros elementos externos, como puede suceder con tuberías de otros minerales y sistemas de unión. La información relativa a la resistencia de la tubería a una amplia variedad de agentes químicos se ilustra en las siguientes tablas.

**Resistencia de la tubería de polietileno de alta densidad
al Ataque de Agentes Químicos.**

**E = Excelente
R = Regular
NR = No Recomendable
I = Información no comprobada.**

AGENTE	23°C	60°C
Aceite de Algodón	E	E
Aceite de Castor	E	E
Aceite de Minerales	E	NR
Acetato de Etilo	E	R
Acetato de Plomo, saturado	E	E
Acetato de Sodio, saturado	E	E
Acetona	E	E
Ácido Acético, al 10%	E	E
Ácido Bencensulfónico	E	E
Ácido Bórico, concentrado	E	E
Ácido Bórico, diluido	E	E
Ácido Brómico, al 10%	E	E
Ácido Carbónico	E	E
Ácido Cianhídrico	E	E
Ácido Cítrico saturado	E	E
Ácido Clorhídrico, al 100%	E	E
Ácido Crómico, al 50%	E	R
Ácido Esteárico, al 100%	E	E
Ácido Fluobórico	E	E
Ácido Fluorhídrico, al 60%	E	E
Ácido Fluosilícico concentrado	E	E
Ácido Fórmico, al 100%	E	E
Ácido Fosfórico, al 30%	E	E
Ácido Fosfórico, al 90%	E	E
Ácido Gálico, saturado	E	E

Ácido Glicólico, al 30%	E	E
Ácido Hipocloroso concentrado	E	E
Ácido Láctico, al 10%	E	E
Ácido Láctico, al 90%	E	E
Ácido Metilsulfúrico	E	E
Ácido Nicotínico	E	E
Ácido Nítrico al 30%	E	E
Ácido Nítrico al 70%	E	R
Ácido Oxálico, diluido	E	E
Ácido Oxálico, saturado	E	E
Ácido Silícico	E	E
Ácido Sulfúrico, al 50%	E	E
Ácido Sulfuroso	E	E
Ácido Tánico, al 10%	E	E
Agua Marina	E	E
Agua Potable	E	E
Alcohol Amílico, al 100%	E	E
Alcohol Butílico, al 100%	E	E
Alcohol Etilico, al 100%	E	E
Alcohol Metílico	E	E
Alcohol Propargílico	E	E
Alcohol Propílico	E	E
Alumbre, concentrado	E	E
Amoniaco, gas seco, al 100%	E	E
Benzoato de Sodio, al 35%	E	E
Bicarbonato de Potasio saturado	E	E
Bicarbonato de Sodio saturado	E	E
Bicromato de Potasio al 40%	E	E
Bicromato de Sodio saturado	E	E
Bisulfato de Sodio saturado	E	E
Bisulfito de Sodio saturado	E	E
Borato de Potasio, al 1%	E	E
Borato de Sodio	E	E
Bórax frió, saturado	E	E
Bromato de Potasio, al 10%	E	E
Bromuro de Potasio, al 10%	E	E
Bromuro de Potasio saturado	E	E
Bromuro de Sodio	E	E
Butanodiol, al 100%	E	E
Carbonato de Amonio	E	E
carbonato de Bario saturado	E	E
Carbonato de Bismuto saturado	E	E
Carbonato de Calcio saturado	E	E
Carbonato de Magnesio saturado	E	E
Carbonato de Potasio	E	E
Carbonato de Sodio concentrado	E	E
Cerveza	E	E
Cianuro de Cobre	E	E
Cianuro de Mercurio	E	E

Cianuro de Potasio	E	E
Cianuro de Sodio	E	E
Clorato de Calcio saturado	E	E
Clorato de Potasio saturado	E	E
Clorato de Sodio saturado	E	E
Cloruro de Aluminio diluido	E	E
Cloruro de Aluminio concentrado	E	E
Cloruro de Amonio saturado	E	E
Cloruro de Antimonio	E	E
Cloruro de Bario saturado	E	E
Cloruro de Calcio saturado	E	E
Cloruro de Cobre saturado	E	E
Cloruro de Hidrogeno gas seco	E	E
Cloruro de Magnesio saturado	E	E
Cloruro de Mercurio	E	E
Cloruro de Níquel saturado	E	E
Cloruro de Potasio saturado	E	E
Cloruro de Sodio saturado	E	E
Cloruro de Zinc saturado	E	E
Cloruro Estáñico saturado	E	E
Cloruro Estañoso saturado	E	E
Cloruro Férrico saturado	E	E
Cloruro Ferroso saturado	E	E
Cromato de Potasio al 40%	E	E
Dextrina saturada	E	E
Dextrosa saturada	E	E
Detergente Sintético	E	E
Dióxido de Carbono al 100% seco	E	E
Dióxido de Carbono al 100% húmedo	E	E
Dióxido de Carbono frío saturado	E	E
Emulsiones Acrílicas	E	E
Emulsiones Fotográficas	E	E
Fermentos	E	E
Ferrocianuro de Potasio	E	E
Ferrocianuro de Sodio saturado	E	E
Floruro de Aluminio concentrado	E	E
Floruro de Aluminio al 20%	E	E
Floruro de Cobre al 2%	E	E
Floruro de Potasio	E	E
Floruro de Sodio saturado	E	E
Formaldehído al 40%	E	I
Fosfato Bisódico	E	E
Fosfato Trisodico saturado	E	E
Gas Natural	E	NR
Gas Licuado de Petróleo	E	NR
Gasolina	E	E
Glicerina	E	E
Glicol	E	E

Glicol Dietileno	E	E
Glicol Etileno	E	E
Glicol Propilénico	E	E
Glucosa	E	E
Hidrógeno al 100%	E	E
Hidroquinina	E	E
Hidróxido de Amonio	E	E
Hidróxido de Bario	E	E
Hidróxido de Calcio	E	E
Hidróxido de Magnesio saturado	E	E
Hidróxido de Potasio al 20%	E	E
Hidróxido de Sodio concentrado	E	E
Hipoclorito de Calcio	E	E
Hipoclorito de Sodio	E	E
Jabón, solución concentrada	E	E
Lejía al 100%	E	E
Mercurio	E	E
Metafosfato de Amonio saturado	E	E
Monóxido de Carbono	E	E
Nitrato de Amonio saturado	E	E
Nitrato de Calcio saturado	E	E
Nitrato de Cobre saturado	E	E
Nitrato de Magnesio	E	E
Nitrato de Níquel concentrado	E	E
Nitrato de Plata solución	E	E
Nitrato de Potasio saturado	E	E
Nitrato de Sodio	E	E
Nitrato Férrico saturado	E	E
Nitrato Mercuroso	E	E
Perborato de Potasio saturado	E	E
Perclorato de Potasio al 10%	E	E
Permanganato de Potasio al 20%	E	E
Peróxido de Hidrógeno, 30%	E	E
Peróxido de Hidrógeno al 90%	E	R
Persulfato de Amonio saturado	E	E
Persulfato de Potasio	E	E
Solución Electrolítica	E	E
Solución Fotográfica	E	E
Sulfato de Aluminio, concentrado	E	E
Sulfato de Bario, saturado	E	E
Sulfato de Calcio	E	E
Sulfato de Cobre, diluido	E	E
Sulfato de Cobre, saturado	E	E
Sulfato de Magnesio saturado	E	E
Sulfato de Níquel saturado	E	E
Sulfato de Potasio concentrado	E	E
Sulfato de Sodio	E	E
Sulfato de Zinc saturado	E	E
Sulfato Ferroso	E	E

Sulfito de Potasio	E	E
Sulfito de Sodio, saturado	E	E
Sulfuro de Amonio, saturado	E	E
Sulfuro de Hidrógeno	E	E
Sulfuro de Potasio	E	E
Sulfuro de Sodio	E	E
Tetrahidrofurano	R	R
Tiocianuro de Amonio, saturado	E	E

NORMA

La tubería de polietileno de alta densidad cumple con las siguientes normas y especificaciones nacionales e internacionales.

NORMAS NACIONALES.

NMX-CC4

Sistema de calidad-modelo para el aseguramiento, de la calidad de producción, instalación y servicio.

NMX-E-18-1996

Tubos de polietileno para la conducción de fluidos a presión.

NMX-E-13-1997

Tubos de polietileno para la conducción de gas natural y licuado de petróleo.

NMX-E-36-1997

Tubos flexibles de polietileno de baja densidad para alojar y proteger conductos eléctricos.

NORMAS INTERNACIONALES.

ASTM-D-2447

Polyethylene plastic pipe Schedule 40 and 80 based on outside diameter.

ASTM-D-2104

Polyethylene plastic pipe schedule 40

PPI-TR 3/3-87

Policies and procedures for development, recommended hydrostatic design stress. For thermoplastic pipe materials.

PPI-TR4

Recommended hydrostatic strengths and design stresses for thermoplastic pipe and fitting compounds.

API-5LE

Polyethylene line pipe (PE)

AWWA-C-901 Y C-906

Polyethylene pressure pipe, tubing and fittings for water service.

ASTM-D-3035

Polyethylene plastic pipe (SDR-PR) based on controlled outside diameter.

ASTM-D-2239

Polyethylene plastic pipe (SDR-PR).

ASTM-D-2513

Thermoplastic gas pressure pipe tubing and fittings.

ASTM-F-714

Polyethylene (PE) plastic pipe (SDR-PR) based on outside diameter.

RELACION DE DIMENSIONES: el termino RD, utilizado como referencia para establecer las diferentes clasificaciones de las tuberías de polietileno según su rango de presión de trabajo, es la abreviatura de relación de dimensión. Esta se refiere a la proporción que existe entre el diámetro exterior y espesor mínimo de pared del tubo.

Dentro de un mismo RD la proporción entre el diámetro exterior y el espesor de pared se mantiene constante; esto significa que en un RD-17 el diámetro exterior es 17 veces mayor que el espesor del tubo, esto sin importar el diámetro que se trate; por ejemplo una tubería de 4" (100 mm) con diámetro exterior real de 114.3 mm y un espesor de pared de 6.7 mm es un RD-17. un tubo de 12" (300 mm) con diámetro exterior real de 323.8 mm y un espesor de pared de 19 mm es también un RD-17.

A menor número de RD corresponde una pared más gruesa en comparación con el diámetro exterior, inversamente, a mayor número de RD corresponde una pared más delgada en comparación con el diámetro exterior.

Teniéndose dos tuberías del mismo diámetro, la de espesor de pared mayor, será más resistente que la de pared más delgada, por esto las tuberías de RD mayor son para presiones más bajas que las de RD menor, esto es hablando numéricamente, ya que un RD-41 es menos resistente que un RD-32.5, por ejemplo una tubería con un RD-13.5 se utilizara para una presión de trabajo mayor que un RD-21.

Todas las tuberías de un mismo RD sin importar el diámetro tendrán la misma capacidad de trabajo. Una tubería RD-17 de 4" podrá utilizarse para la misma presión de trabajo que un RD-17 de 12" o un RD-17 de 24".

FACTOR DE SERVICIO: Es la relación que existe entre la presión de reventamiento y la presión de trabajo de la tubería de polietileno, la cual se clasifica en factor de servicio 3 y factor de servicio 4.

El factor de servicio 3 se aplica a líneas subterráneas en terreno estable y condición de zanja compactada a 90 % min.; con una deformación a largo plazo del 5% como máximo de su diámetro, y con temperatura del fluido circulante por ella a no más de 37 °C.

El factor de servicio 4 es para líneas a movimiento de terrenos o tráfico pesado, líneas a intemperie o con fluido hasta 50 °C., en este tipo de líneas se manejan uniones y juntas de expansión por el dilatamiento y contracción que sufre la tubería por los cambios de temperatura del medio ambiente.

La tubería se dispone en los diámetros de 3" a 36" en tramos de 12 mts., en diámetros de ½ "a 2" en rollos de 150 mts. Y en diámetros de 2 ½ "en rollos de 100 mts.

En líneas de conexión por bombeo donde el suministro sea intermitente aun estando la línea equipada con válvulas de aire, se recomienda usar el factor 4, principalmente en líneas de algunos kilómetros y/o desnivel fuerte.

Especificaciones de la tubería de polietileno de alta densidad

A continuación se presentan especificaciones de tubería de polietileno de alta densidad para usos diferentes al de drenaje, que aunque nuestro tema de tesis es para conducción de aguas residuales, es conveniente que el usuario tenga en consideración estas especificaciones que se presentan a continuación para el uso de tuberías en agua potable, industrial y agrícola, conforme a los espesores (RD) siguientes:

Presiones de trabajo, presiones de reventamiento y RD'S de la tubería de polietileno.

TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	
9.0	18.7	14.0	56.2

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPEJOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
13	1/2	21.3	2.3	150	0.146
19	3/4	26.7	3.0	150	0.235
25	1	33.4	3.7	150	0.355
32	1 1/4	42.2	4.6	150	0.542
38	1 1/2	48.3	5.3	150	0.716
50	2	60.3	6.7	150	1.124
60	1 1/2	73.0	8.1	100	1.650
75	3	88.9	9.8	12	2.480
100	4	114.3	12.7	12	4.138
150	6	108.3	18.7	10	8.975
200	8	219.1	24.3	10	15.237
250	10	273.0	30.3	12	23.622
300	12	328.0	36.0	12	33.221
350	14	355.6	39.5	12	38.596

NOTA: La tubería con diámetro de 1/2" A 2 1/2" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.

TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	

11.0	15.0	11.2	45.0
------	------	------	------

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
19	3 1/4	26.7	2.4	150	0.199
25	1	33.4	3.1	150	0.311
32	1/4	42.2	3.8	150	0.497
38	1 1/2	48.3	4.4	150	0.650
50	2	60.3	5.5	150	0.970
60	2 1/2	73.0	6.6	100	1.440
75	3	88.9	8.1	12	2.070
100	4	114.3	10.4	12	3.440
150	6	168.3	15.3	12	7.350
200	8	219.1	19.9	12	12.715
250	10	273.0	24.8	12	19.010
300	12	323.8	29.4	12	27.870
350	14	355.6	32.3	12	32.310
400	16	407.4	36.9	12	42.800
450	18	457.2	41.5	12	54.432

NOTA: La tubería con diámetro de 1/2" A 2 1/2" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
 La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.

TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
 POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	
13.5	12.0	9.0	36.0

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
25	1	33.4	2.5	150	0.258
32	1/4	42.2	3.1	150	0.400
38	1 1/2	48.3	3.6	150	0.560
50	2	60.3	4.5	150	0.810
60	2 1/2	73.0	5.4	100	1.050
75	3	88.9	6.6	12	1.745
100	4	114.3	8.5	12	2.880
150	6	168.3	12.6	12	6.240
200	8	219.1	16.2	12	10.410
250	10	273.0	20.2	12	15.910
300	12	323.8	24.0	12	22.960
350	14	355.6	26.3	12	27.075
400	16	407.4	30.1	12	35.615
450	18	457.2	33.8	12	44.990
500	20	508.0	37.6	12	55.590

550	22	558.8	41.3	12	67.180
600	24	609.6	45.1	12	80.098

NOTA: La tubería con diámetro de ½" A 2 ½" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.

TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	
17.0	9.3	7.0	28.0

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPEJOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
32	1 1/4	42.2	2.5	150	0.334
38	1 1/2	48.3	2.8	150	0.473
50	2	60.3	3.5	150	0.660
60	2 1/2	73.0	4.2	100	0.915
75	3	88.9	5.2	12	1.420
100	4	114.3	6.7	12	2.320
150	6	168.3	9.9	12	5.190
200	8	219.1	12.9	12	8.510
250	10	273.0	16.1	12	13.320
300	12	323.8	19.0	12	18.600
350	14	355.6	20.9	12	22.115
400	16	407.4	23.9	12	28.870
450	18	457.2	26.8	12	35.610
500	20	508.0	29.8	12	45.000
550	22	558.8	32.8	12	54.520
600	24	609.6	35.8	12	65.019
650	26	660.4	38.8	12	76.285
700	28	711.2	41.8	12	88.544
750	30	762.0	44.8	12	101.617
800	31.5	800.0	47.0	12	111.986
810	32	812.0	47.8	12	115.696
850	34	863.0	50.8	12	130.570
900	36	914.4	53.7	12	146.233

NOTA: La tubería con diámetro de ½" A 2 ½" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.
TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	
21.0	7.4	5.6	22.5

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPEJOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
50	2	60.3	2.4	150	0.558
60	2 1/2	73.0	3.4	100	0.770
75	3	88.9	4.2	12	1.172
100	4	114.3	5.4	12	1.932
150	6	168.3	8.0	12	4.100
200	8	219.1	10.4	12	6.900
250	10	273.0	12.9	12	10.870
300	12	323.8	15.3	12	15.250
350	14	355.6	16.9	12	18.338
400	16	407.4	19.3	12	23.020
450	18	457.2	21.8	12	31.350
500	20	508.0	24.8	12	38.320
550	22	558.8	26.6	12	45.325
600	24	609.6	29.0	12	53.947
650	26	660.4	31.4	12	62.432
700	28	711.2	33.8	12	72.391
750	30	762.0	36.2	12	83.090
800	31.5	800.0	38.1	12	91.123
810	32	812.0	38.7	12	94.740
850	34	863.0	41.1	12	106.923
900	36	914.4	43.5	12	119.843

NOTA: La tubería con diámetro de ½" A 2 ½" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.

TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	
26.0	6.0	4.5	18.0

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPEJOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
32	1 1/4	42.2	1.6	150	0.206
38	1 1/2	48.3	1.8	150	0.271
50	2	60.3	2.3	150	0.425
60	2 1/2	73.0	2.8	100	0.619
75	3	88.9	3.4	12	0.920
100	4	114.3	4.4	12	1.528
150	6	168.3	6.5	12	3.314
200	8	219.1	8.4	12	5.606
250	10	273.0	10.5	12	8.765
300	12	323.8	12.5	12	12.202

350	14	355.6	13.7	12	14.676
400	16	407.4	15.6	12	19.169
450	18	457.2	17.6	12	24.261
500	20	508.0	19.5	12	29.950
550	22	558.8	21.5	12	36.857
600	24	609.6	23.4	12	43.047
650	26	660.4	25.4	12	49.708
700	28	711.2	27.3	12	58.902
750	30	762.0	29.3	12	67.392
800	31.5	800.0	30.8	12	74.438
810	32	812.0	31.3	12	77.460
850	34	863.0	33.2	12	87.394
900	36	914.4	35.2	12	97.170

NOTA: La tubería con diámetro de ½" A 2 ½" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.

TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	
32.5	4.7	3.6	14.3

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPEJOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
75	3	88.9	2.7	12	0.735
100	4	114.3	3.5	12	1.430
150	6	168.3	5.2	12	2.780
200	8	219.1	6.7	12	4.510
250	10	273.0	8.4	12	7.044
300	12	323.8	9.9	12	9.850
350	14	355.6	10.9	12	11.740
400	16	407.4	12.5	12	15.596
450	18	457.2	14.0	12	19.730
500	20	508.0	15.6	12	24.140
550	22	558.8	17.2	12	29.460
600	24	609.6	18.7	12	34.963
650	26	660.4	20.3	12	41.125
700	28	711.2	21.8	12	47.590
750	30	762.0	23.4	12	54.140
800	31.5	800.0	24.6	12	60.545
810	32	812.0	25.0	12	62.384
850	34	863.0	26.5	12	70.870
900	36	914.4	28.1	12	81.000

NOTA: La tubería con diámetro de ½" A 2 ½" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.

TUBERIA PEAD PARA AGUA POTABLE. USO INDUSTRIAL Y AGRICOLA
POLIETILENO ALTA DENSIDAD, ALTO PESO MOLECULAR

RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM2		PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM2
	Factor 3	Factor 4	
41.0	3.7	2.8	11.2

MEDIDA NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	ESPEJOR PARED	LARGO ROLLO O TRAMOS	PESO
MM.	PULG.	MM.	MM.	METROS	KG/ML
100	4	114.3	2.8	12	1.430
150	6	168.3	4.1	12	2.220
200	8	219.1	5.3	12	4.100
250	10	273.0	6.6	12	5.830
300	12	323.8	7.8	12	8.300
350	14	355.6	8.6	12	9.450
400	16	407.4	9.9	12	12.400
450	18	457.2	11.1	12	15.750
500	20	508.0	12.4	12	19.430
550	22	558.8	13.6	12	24.130
600	24	609.6	14.8	12	27.945
650	26	660.4	16.1	12	32.875
700	28	711.2	17.3	12	38.104
750	30	762.0	18.5	12	43.719
800	31.5	800.0	19.5	12	47.898
810	32	812.0	19.8	12	49.835
850	34	863.0	21.0	12	56.228
900	36	914.4	23.0	12	63.137

NOTA: La tubería con diámetro de ½" A 2 ½" (13 mm – 60 mm) se fabrica en rollos
La tubería con diámetro de 3" A 36" (75 mm – 900 mm) se fabrica en tramos.

Es importante que el usuario, tenga en consideración estas condiciones a la hora de calcular redes de agua para la ejecución de proyectos ejecutivos para sistemas de agua potable, industrial o agrícola, porque dependiendo del cálculo se determina la cedula (RD) que se colocará en obra, de ahí que estas especificaciones serán de mucha utilidad para determinar la tubería a utilizar en el proyecto.

Conexiones

Las conexiones de polietileno son fabricadas básicamente en dos formas.

a) las moldeadas son aquellas que se fabrican por medio de inyección del compuesto en un molde que permite obtener cada conexión de una sola pieza.
Estas pueden usarse con tuberías de cualquier RD y están disponibles en diámetros hasta de 6" en piezas comunes como tees, codos, coples, tapones y reducciones

Los esfuerzos a los que se somete una conexión, son mayores que los que tiene que soportar la tubería a una misma presión de trabajo, por esta razón las conexiones moldeadas se fabrican con espesores de pared mayores que los de la tubería con las

que se instalan para soportar la misma presión de trabajo, estos esfuerzos se incrementan en las conexiones por efecto de su geometría

b) las conexiones prefabricadas están hechas a base de segmentos de tubería que se cortan y unen a tope, de acuerdo con la conexión deseada ya sean codos, yeas o tees.

La presión de trabajo de estas conexiones será considerada de la tubería de la cual se han hecho.

De acuerdo a la experiencia, es recomendable que cuando se vaya a utilizar conexiones prefabricadas como son los codos, las yeas o las tees, en sistemas a presión, se les estime un rango de esfuerzo de 60% en relación con la presión de trabajo de la tubería de la cual se fabricaron.

Cuando las presiones de trabajo vayan a ser mayores a ese 60%, es recomendable utilizar conexiones prefabricadas de un RD menor al de la tubería de la línea principal donde se apliquen.

Por su forma y método de fabricación, los adaptadores bridados pueden utilizarse a la misma presión de diseño que la tubería de la que se fabricaron. Este es el elemento que se utiliza como transición, entre la tubería de polietileno y tuberías de otro tipo o material como pvc, asbesto-cemento o acero, así como acoplamiento para válvulas de operación y equipos, o bien donde se requiera una brida ciega desmontable. Estos adaptadores están constituidos por un tramo de tubo que en uno de sus extremos tienen una brida de polietileno en la cual se apoya una contrabrida deslizable de fierro, sobre la cual se aplicara el esfuerzo de ajuste de los anillos.

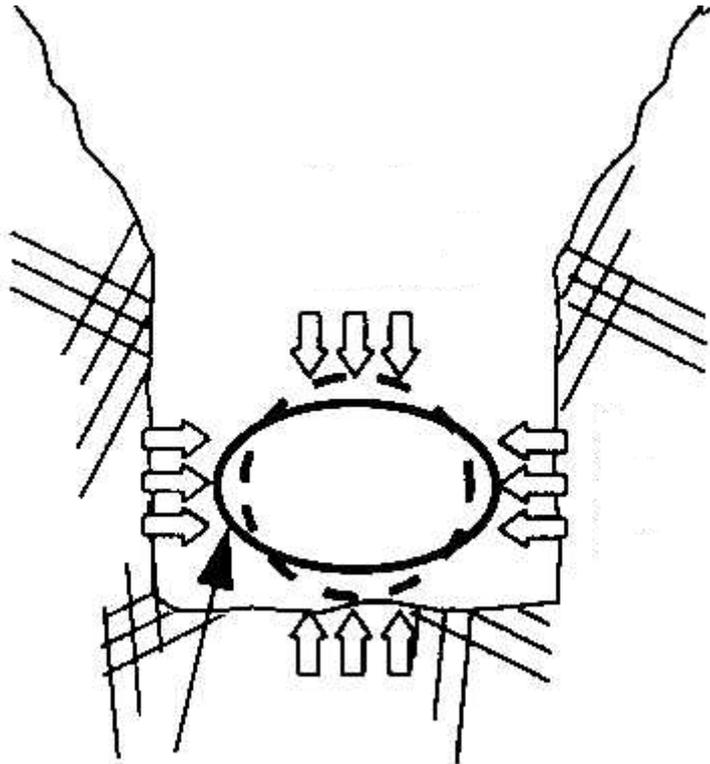
La tubería de polietileno cuenta con conexiones para derivación conocidas como silletas, que aplicadas sobre la línea Principal permiten la salida eliminando la instalación de tees y reducciones así como de abrazaderas. Las silletas son conexiones de polietileno con una base semicircular que se coloca sobre la curvatura del tubo principal y de la cual sale el cople de derivación del diámetro menor.

Todas las conexiones mencionadas anteriormente son de polietileno y por esa razón su instalación con la tubería es por medio de termofusión, pero existen otros elementos que sirven de transición entre tubos de polietileno y otras tuberías, su unión es en forma mecánica.

CONTROL DE LA DEFLEXIÓN.

La capacidad de carga que tiene una tubería puede ser incrementada por la tierra cuando esta es encajada. Cuando la tubería es cargada, el peso es transferido de la tubería a la tierra por un movimiento exterior horizontal de la pared de la tubería. Esto mejora el contacto entre la tubería y la tierra y refuerza a su vez la pasiva resistencia de la tierra.

Esta resistencia ayuda a prevenir más allá la deformación de la tubería y contribuye al soporte vertical de los pesos. La cantidad de resistencia encontrada en la tierra asentada es consecuencia directa del procedimiento de instalación. (Ver figura).



Deflexión de la tubería

El objetivo principal en una instalación de tubería de polietileno es limitar el control de la deflexión (el término “deflexión”, significa un cambio en el diámetro vertical de la tubería). La deflexión de la tubería de PEAD es la suma total de dos componentes: la “deflexión en la instalación” que refleja la técnica y cuidado de la tubería que se maneja; y la “deflexión en servicio” que refleja el acomodamiento de la construcción del sistema tubería-tierra, la subsiguiente fuerza y otras cargas. La “deflexión en servicio”, es normalmente una disminución en el diámetro vertical de la tubería, puede ser previsto a través de varias relaciones razonablemente bien documentadas.

La “Deflexión en la instalación”, puede ser un incremento o disminución en el diámetro vertical de la tubería. Un incremento en el diámetro vertical de la tubería, se refiere al “levantamiento” y es usualmente un resultado de los esfuerzos que actúan en la tubería durante la compactación y el relleno. Hasta cierto punto esto beneficia la compensación de la deflexión en servicio.

La deflexión en instalación está sujeta al control del cuidado de la colocación y consolidación del relleno de la tubería.

ACEPTACIÓN DE LA DEFLEXIÓN.

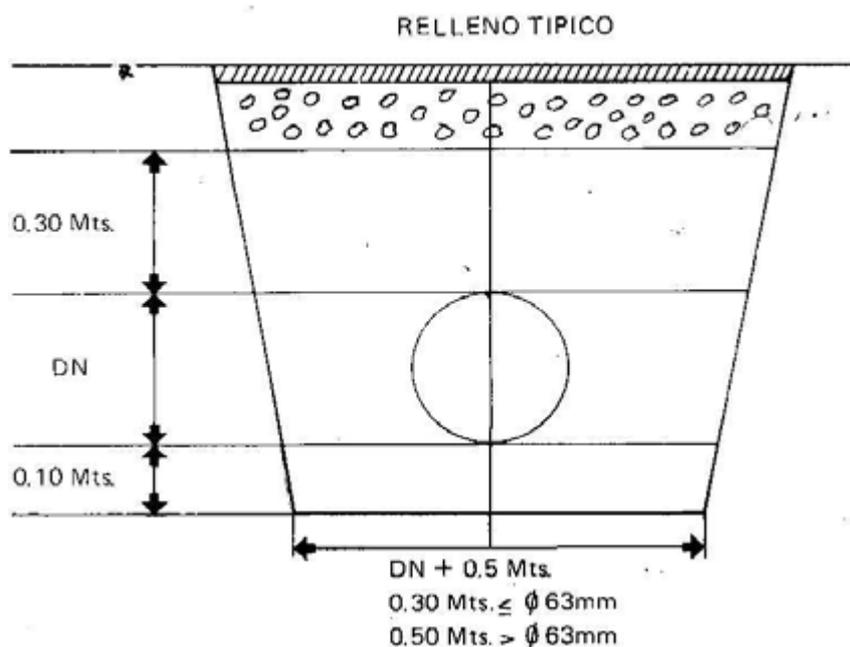
Típicamente sólo se toman medidas después que la consolidación inicial de la tubería ha ocurrido, normalmente 30 días después de la instalación. El ingeniero del proyecto dispone la “aceptación de la deflexión” basada en la aplicación particular y en el tipo de uniones. Normalmente, la deflexión está limitada al 5%, aunque las tuberías de PEAD en aplicaciones de gravedad normalmente pueden resistir deflexiones mucho más grandes sin deteriorarse. Cuando la deflexión es moderada pasada los 30 días, es común presentar un porcentaje mucho más alto.

EXCAVACIÓN DE LA ZANJA.

La zanja debe excavarse de acuerdo a la alineación requerida y profundidad mostrada en la figura. El ancho de la zanja variará dependiendo con la profundidad y también con el tipo de material del lugar. Se recomienda abrir zanjas para la instalación de acuerdo a la longitud de la tubería ensamblada sobre la zanja. El ancho de la cama debe permitir una adecuada compactación alrededor de la tubería. El material excavado, si es piedra libre y se fractura bien por la excavadora, puede proporcionar un apropiado asiento del material.

La flexibilidad y grandes diámetros de las tuberías de PEAD, junto con su habilidad de fusión térmica en grandes diámetros conectados en tierra, permiten el uso de técnicas de instalación que son diferentes a las técnicas de instalación utilizadas en tuberías de otros materiales.

Las paredes de la zanja pueden estar en un declive de un ángulo de 45° o el ángulo de reposo del material. Cuando sean necesarias zanjas anchas, el relleno de zanja debe ser compactado por niveles para poder así resistir la carga final.



INCIDENCIA DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA EN LA TUBERÍA DE PEAD.

Las tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), resisten el daño de la radiación ultravioleta. Las tuberías de otro color que no sea negro, tienden a deteriorarse bajo la exposición constante al sol. Las instalaciones superficiales serán afectadas por cambios de longitud térmicos. "Culebrear" la tubería hacia atrás y adelante puede permitir mayor longitud de tubería de manera que la contracción en tiempo frío puede ser controlada.

Puede necesitarse de anclas de retención para mantener la tubería dentro del derecho de vía. La clasificación de presión por temperatura elevada puede aplicarse si la tubería está expuesta al calentamiento solar. Los aditamentos fabricados en grandes diámetros pueden requerir esfuerzos de tracción por cambios de longitud térmicos. Hay muchas situaciones en las cuales instalar tuberías sobre la superficie tiene sus ventajas. Algunas de estas ventajas son las siguientes:

- La dureza y flexibilidad del polietileno permiten a menudo, instalaciones a través de pantanos o ciénagas, encima de áreas heladas y en otras condiciones medio ambientales más ásperas.
- Instalaciones por encima de piedras sólidas o por agua son algunas veces los métodos de instalación más económicos.
- La tubería de polietileno de alta densidad es ligera y facilita el ensamble rápido y a su vez la rápida disponibilidad del sistema. Las tuberías sobre tierra se exponen a los cambios de temperaturas del medio ambiente. La tubería puede contraerse y dilatarse.

Deben hacerse algunas concesiones para la expansión térmica. La tubería de polietileno debe fijarse a los intervalos predeterminados para limitar su movimiento. Otro método para controlar el movimiento debido a la expansión / contracción térmica es permitir que la tubería se mueva ligeramente entre dos filas de pilones de tierra, donde cada pilón se instala en cada lado de la tubería. Algunas tuberías se pueden instalar en trincheras o zanjas poco profundas para limitar el movimiento. Cuando se requiera instalar en lugares que tengan una inclinación significativa, se recomienda usar anclas de retención o trincheras.

CAPITULO IV

PROCESO CONSTRUCTIVO Y ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para la ejecución de cualquier tipo de obra en Ingeniería, es necesario contar con una buena planeación de todo el proceso constructivo, ya que se debe prever los suministros de insumos tanto materiales como humanos; ya que es necesario contar desde un principio con el personal que se va a utilizar y el material que se tiene que suministrar, no hay que olvidar que existen materiales o equipos de instalación permanente que el país no los produce o que su producción es limitada, por lo que se debe de realizar la compra con anticipación previendo los tiempos de entrega, esto con el fin de no retrasar el programa de obra que se tiene previsto para su colocación de dicho material o equipo.

El procedimiento que se lleva a cabo para la construcción de un drenaje con tubería de polietileno de alta densidad, consiste primordialmente en el cumplimiento que se dé al programa de obra el cual se elabora en base al proyecto ejecutivo, para esto es muy importante hacer un análisis detallado de cada uno de los conceptos que intervienen en la obra, revisando minuciosamente aquellos conceptos que pudieran provocar inconvenientes durante el desarrollo de los trabajos, tomando siempre provisiones con holguras de tiempo, de tal modo que, es muy necesario la realización de una ruta crítica o actividades de obra que pudiesen presentar alguna problemática en cuanto su ejecución para tomar en cuenta las holguras de los conceptos que pudiesen ser críticos para la ejecución del proyecto.

Por otro lado, se debe llevar un control riguroso de los recursos tanto materiales como humanos y deberlos aplicar a su debido tiempo, ya que la falta de algunos de estos recursos implica atrasos en la obra y esto trae como consecuencias pérdidas económicas, sanciones y una baja utilidad para la empresa o persona física a quien se le encomendó la obra; normalmente para no encarecer la obra o para que la empresa tenga más utilidad, es recomendable utilizar mano de obra del lugar a menos que sea mano de obra especializada y que no se pueda conseguir en la zona deberá traerse de otro lado.

Antes de iniciar la etapa constructiva, es necesario haber realizado un estudio de mercado de los materiales de insumo que se utilizaran durante el transcurso de la obra, de tal manera, que se tengan vistos y previstos los lugares de donde se suministrarán los materiales y equipos a utilizar, pues contando con proveedores que ofrezcan el material y equipo en calidad, costo y tiempo; en cualquier obra de drenaje o alguna otra obra dentro del ramo de la construcción se debe ejecutar en tiempo y forma dentro del programa contratado, de tal manera, que se le proporcione al cliente seguridad y confianza de la obra que se nos encomiende.

Además, otro punto importante es conocer los usos y costumbres de la zona donde se pretende construir la obra de drenaje, debido a que pueden presentarse contratiempos al contratar los materiales y la mano de obra del lugar, por lo que es necesario realizar un análisis minucioso de los materiales existentes de la zona y su disponibilidad, los cuales se vayan a utilizar en la obra, así como también de la mano de obra disponible en dicha zona, dado que existen dentro de la República Mexicana lugares en donde sus tradiciones son muy arraigadas y durante esos días de festejo sobre todo religiosos, los trabajadores les da por faltar al trabajo.

Para este trabajo de tesis, el proyecto que se desarrolló para la rehabilitación de drenaje es en la zona industrial de CIVAC el cual fue la rehabilitación de drenajes con tubería de polietileno de alta densidad de 30 cm de diámetro con una longitud de 2000.00 metros

lineales en calles y andadores de la zona industrial; así como también en las márgenes de la barranca denominada la Gachupina en la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca localizada dentro del municipio de Jiutepec, Estado de Morelos.

Es importante tener en cuenta que, antes de iniciar con los trabajos correspondientes al proyecto ejecutivo de drenaje y de cualquier obra civil, mecánica o eléctrica es necesario contar con todos los estudios, permisos y derechos de vía requeridos por las instancias de gobierno, ya sea municipal, estatal o federal y estos deberán ser tramitados por la contratante o por el contratista bajo las instrucciones de la contratante, tomando en consideración que toda la documentación requerida por las distintas instancias de gobierno, la contratante deberá apoyar al contratista con la documentación necesaria para que se entregue en tiempo y forma.

Por seguridad, siempre es conveniente al iniciar la construcción de cualquier proyecto de drenaje, hacer una revisión de los niveles de proyecto con los del terreno natural actual, de tal manera que al cotejar los niveles de proyecto con los del terreno natural no existan variaciones sustanciales; por otro lado, se debe de revisar y dejar bien cimentado el banco de nivel que se utilizará para el arranque de los niveles del proyecto a realizar, de tal manera que la pendiente física o de campo sea la solicitada en los planos del proyecto ejecutivo, en caso de discrepancias, se deberá de notificar al supervisor de obra de la contratante para conciliar dichas diferencias y llegar a un acuerdo para dejar la pendiente definitiva.

Es conveniente que, tan pronto se inicien los trabajos preliminares como es el trazo y nivelación de la línea del proyecto ejecutivo o bien cuando el contrato sea firmado por las partes involucradas, se finque el pedido al proveedor que va a suministrar la tubería de polietileno de alta densidad, esto con el fin de tener el tiempo necesario para cumplir con el programa de obra que se va a llevar a cabo, dado que a veces el fabricante se encuentra saturado de pedidos y no va a ser posible que nos suministre la tubería en el tiempo solicitado, por lo que habrá de recurrir a otro proveedor que cumpla con nuestras expectativas en cuanto a tiempo y costo.

Previo a la llegada de la tubería a la obra, es necesario ubicar el lugar donde se va a descargar y a realizar los trabajos de maniobras y termofusión, dado que, llegando la tubería a la obra se deben de iniciar los trabajos correspondientes a la termofusión del tubo que se va a instalar, siendo requisito necesario que, la tubería sea suministrada a la obra si es posible con anterioridad al inicio de los trabajos o al mismo tiempo que se inicien los trabajos de trazo y nivelación; debido a que el trazo y el proyecto ejecutivo nos va a indicar con exactitud las distancias de tubo a utilizarse entre pozo y pozo, y consecuentemente la longitud de tubería para el tramo que necesitamos termofusionar para esa distancia, de tal modo que el equipo y personal encargado de la termofusión de la tubería de PEAD vaya suministrando a la obra los tramos de tubo en las longitudes requeridas entre pozo y pozo según nuestro proyecto ejecutivo.

Es muy importante que la tubería de polietileno que se esté termofusionando se vaya colocando a bordo de la cepa o a un lado de la misma, antes de iniciar los trabajos de excavación, debido a que después no se puede maniobrar con el tubo termofusionado teniendo la cepa abierta, por este motivo es necesario que los equipos de termofusión estén trabajando en un área lo más cercano a el trazo o la cepa donde se va a instalar la tubería, con el propósito de ensamblarlos o termofusionarlos en las medidas requeridas como se mencionó en el párrafo anterior.

También se van a encontrar tramos de proyecto donde el equipo de termofusión no pueda entrar tales como drenajes marginales a barrancas o arroyos, calles o andadores muy reducidos, por lo que es necesario buscar el lugar idóneo para realizar dichos

trabajos, pensando siempre en que las maniobras a realizar para acercar el tubo al lugar de instalación no resulten costosas y peligrosas al personal de campo, ya que en arrastre de tubería las distancias largas son costosas tanto en maquinaria como en personal así como los riesgos de accidentes de trabajo que pudiesen ocasionarse durante el traslado de tubería al lugar de su colocación.

Habiendo realizado el trazo y nivelación, y cotejado que los niveles de campo son iguales o similares a los de proyecto se procede a iniciar con los trabajos de excavación de la cepa , empezando estos trabajos por lo general de aguas abajo hacia aguas arriba o sea del nivel más bajo hacia el más alto, tomando como referencia el nivel de arrastre de la tubería. Antes de empezar la excavación se debe trazar bien el ancho de la cepa debido a que se tienen algunas limitantes dependiendo del tipo de material, por ejemplo en material tipo II la Norma nos indica que el ancho de la cepa es conforme a la siguiente tabla.

Diámetro nominal de tubería (Cm)	Ancho de zanja (Cm)
15	35
20	40
25	45
30	50
35	55
40	60
45	65
50	70
60	80
76	90
91	130

El ancho de la zanja puede variar dependiendo de la profundidad a que vaya a colocar el tubo, así como también del tipo de suelo que se tenga en la zona donde se vaya a ejecutar la obra, debido a que en algunas excavaciones hay que dejar el talud de acuerdo a el ángulo de reposo del material existente, por ejemplo cuando es material semiarenoso los taludes tienden a derrumbarse hasta encontrar su ángulo de reposo en caso de que exista riesgo de perjudicar algunas construcciones existentes lo más recomendable es colocar ademe ya sea de madera o metálico para evitar esos derrumbes. Por otra parte, cuando la excavación se hace en roca es necesario abrir un poco más el ancho de la cepa en la parte superior, debido a que conforme se va excavando hacia el fondo, la cepa se va reduciendo en cuanto a lo ancho, debido a que el martillo hidráulico que traen los equipos de excavación no se puede realizar un corte perfecto, por lo que siempre tienden a reducir el ángulo de los taludes conforme la excavación se va profundizando.

En cualquier excavación es necesario cumplir con lo solicitado por el proyecto ejecutivo en cuanto a los anchos de cepas y profundidad, a menos que surja un imprevisto con el tipo de material que se esté excavando como se mencionó en el párrafo anterior, esta recomendación se debe a que todos los trabajos que se lleven a cabo, serán revisados por el residente de supervisión de la contratante o por alguna supervisión externa, cuidando siempre de no realizar sobre-excavación que no sea necesaria , lo cual implicaría incremento en los costos de obra, mismos que no serían reconocidos por el supervisor y por lo tanto repercute económicamente en el contratista de la obra porque estos volúmenes excedentes no pueden ser cobrados sin no hay justificación para ello.

Las excavaciones por lo regular deben ajustarse a las especificaciones que marca el proyecto, cuando existe variación en obra o alguna de la problemática como las mencionadas en párrafos anteriores que implique un costo adicional, es muy importante plantearle al supervisor o al cliente estos cambios, para que estas variaciones sean autorizadas y asentadas en bitácora para su respectivo cobro, cabe mencionar que la bitácora es el instrumento técnico que constituye el medio de comunicación entre las partes de un contrato de obra privada, pública o de servicios relacionados con la misma, en donde se registran los asuntos y eventos importantes que se presentan durante la ejecución de los trabajos, y es el documento el cual puede definir y decidir cualquier controversia o confusión para cobro que se genere en la ejecución de los trabajos, por lo que cualquier cambio o modificación al proyecto ejecutivo debe quedar asentado en la bitácora de obra, siempre y cuando dichos cambios sean autorizados por la residencia de obra de la contratante o por el supervisor externo.

No es recomendable excavar longitudes que excedan el tramo de tubo a colocar entre pozo y pozo, debido a que se pueden provocar derrumbes o caídos de material en los tramos de cepa excavada, lo cual provocaría atrasos en el avance de los trabajos y su consecuente pérdida económica, ya que es necesario volver a limpiar y nivelar el fondo de la cepa ya excavada, por lo que siempre se deben de realizar las excavaciones que requiera el tramo de tubería termofusionada a instalar entre pozo y pozo y un poco más previendo tener el espacio suficiente para maniobrar con la tubería a colocar y la construcción de los pozos de visita.

Durante la etapa de excavación se recomienda retirar el material producto de la misma a los lugares de tiro asignado por el contratante, debido a que normativamente estamos obligados a utilizar los tiros para desechos producto de excavaciones o demoliciones, los cuales son asignados por el gobierno federal o estatal, y así no provocar problemas con las instancias de gobierno encargadas de regular estos tiros de material, y por consecuencia el no pago de estos trabajos; por tal motivo, se debe buscar un banco de tiro que no esté muy lejos de la obra en construcción que estemos realizando, esto con el fin de abatir tiempos y costos en los acarreos, además de tener el área libre en la parte superior de la cepa de material que pudiera estorbar para acercar el tubo al borde de la zanja y así mismo evitar maniobras innecesarias en la colocación del mismo.

Habiendo excavado el tramo entre pozo y pozo al 100 % se procede a obtener los niveles finales del tramo donde se colocará el tubo y se verificará que estos coincidan con los de proyecto, siendo así, se continua con los trabajos de afine del fondo de la excavación previendo dejar el espesor para la cama de arena, arenilla, tezontle o tepetate o el material que indique el proyecto, aquí cabe hacer mención que, generalmente en estos trabajos siempre será necesario excavar algunos centímetros más y compensar con relleno el fondo de la excavación a tener que hacer recortes principalmente en roca o material tipo III para dar los niveles requeridos, los rellenos que se realicen, se deben de hacer tomando en cuenta las especificaciones generales y particulares que se indiquen en el proyecto, y deben compactarse de preferencia con equipo mecánico y la humedad suficiente para dar la compactación óptima solicitada en proyecto.

Terminado el afine del fondo de la excavación, se procede a sacar niveles nuevamente y a dejar referenciados los niveles de proyecto a que debe de quedar la cama de material de banco que servirá de soporte a la tubería, la cual se debe de colocar y compactar ya sea con pisón de mano o equipo mecánico, dependiendo del espesor de la cama de material a colocar, preferentemente en espesores mayores a 10 cm es preferible utilizar equipo mecánico.

Terminando la colocación y compactación de la cama de arena, tepetate o tezontle, se continúan con los trabajos para realizar las maniobras necesarias para acercar el tramo de tubo al borde de la cepa, aquí es muy importante que el área donde se asiente el tramo de tubo esté libre de materiales que pudieran caer al fondo de la excavación, cabe aclarar que las maniobras para trasladar el tubo al bordo de la cepa, deben realizarse con equipo mecánico y personal capacitado para realizar tales maniobras, debido a que los tramos de tubo son bastante grandes y por consiguiente su peso influye en toda la maniobra de colocación, ya teniendo el tramo de tubo en el borde de la cepa, se procede a colocar en forma transversal en la parte superior de la zanja polines de madera o tubos metálicos de 3" a 4" de diámetro en distancias aproximadas de 6 metros entre uno y otro en toda la longitud del tramo a instalar entre pozo y pozo.

Posterior a la colocación de estos soportes los cuales servirán para asentar la tubería a colocar, buscando que ésta quede alineada al centro de la cepa, ya teniendo todo el tramo de tubo asentado sobre los polines y centrado en medio de la cepa se procede a bajar el tubo al fondo de la cepa, utilizando equipo mecánico como puede ser máquina retroexcavadora o excavadora de las llamadas mano de chango, siguiendo el procedimiento siguiente: se amarra un extremo del tubo con cadena o una cuerda y esta a su vez al equipo, ya estando amarrado el tubo en su extremo el equipo empieza a levantar el brazo mecánico y el tubo se empieza a levantar, ya estando levantado el tubo se quitan los polines o el material que sirva de soporte de la tubería a colocar, y ya limpia y nivelada el fondo de la cepa del tramo levantado, la maquinaria empieza a bajar el tubo hasta depositarlo al fondo de la cepa y este mismo proceso se hace a todo lo largo del tramo de tubo que se pretende instalar entre pozo y pozo; la maquinaria levanta el tubo y con personal obrero se quitan los polines hasta bajar el tubo en su totalidad.

Estando el tubo en el fondo de la cepa se procede a alinearlos con equipo manual, utilizando barretas, polines y barrotes, ya terminado de alinear el tubo se toman por última vez los niveles para corroborar que no haya variación con los indicados en el proyecto ejecutivo, de tal forma que la pendiente sea la indicada en las especificaciones que marca el proyecto ejecutivo.

Durante la ejecución de cada uno de los tramos instalados es necesario que estos se vayan asentando en la bitácora de obra, así como llevar un reporte fotográfico de tal modo que tanto el contratante o el supervisor de la obra conjuntamente con el contratista avalen todos y cada uno de los trabajos que se vayan ejecutando en el transcurso de la obra, esto es con el fin de tener evidencia que sirva de soporte para el cobro de las estimaciones ya que para todos los contratos efectuados con particulares o dependencias de gobierno, es un requisito necesario el incluir copias de las notas de bitácora dentro de la estimación presentada a cobro, también es requisito tomar fotografías de cada uno de los conceptos de trabajo que indica el catálogo de obra, ya que también es muy importante el registro fotográfico de cada uno de los trabajos y al igual que las notas de bitácora es parte imprescindible en una estimación, el reporte fotográfico el cual nos sirve para avalar el generador de obra que se está presentando para estimación.

Por otra parte, también van a existir trabajos que no estén contemplados dentro del catálogo de obra y que se tenga la necesidad de realizarlos, dichos trabajos se denominan extraordinarios y estos al igual que los anteriores también se deben asentar en la bitácora de obra y llevar su reporte fotográfico con la finalidad de poder justificar su cobro en una estimación de las llamadas extraordinarias, aunque en algunos casos también pueden ser cobradas combinadas con obra normal o sea de catalogo, pero lo mas conveniente es llevar un control de estos trabajos para determinar en qué porcentaje se incrementa la obra al termino de la ejecución del proyecto, para la

ejecución de los trabajos extraordinarios es necesario contar con la autorización de la contratante.

Continuando con el proceso de la obra, después de haber colocado y alineado el tubo en el fondo de la cepa se procede a el acostillamiento de la tubería lo cual se refiere a colocar material de banco ya sea tepetate, arena, arenilla o el material especificado en proyecto a un costado del tubo y a una altura de 20 a 30 cm arriba de lomo de tubo el cual debe de compactarse con equipo mecánico (rodillo o placa vibratoria) adicionando el agua necesaria para su compactación óptima, considerando el porcentaje de compactación que se debe tener conforme la especificación de proyecto ejecutivo.

En todos los conceptos de obra es importante llevar un buen control de los volúmenes ejecutados, así como también la conciliación de los mismos, con el residente de supervisión o con el cliente directamente si es que no se cuenta con equipo de supervisión, ya que es de suma importancia que las dos partes estén de común acuerdo para la conciliación y autorización de la estimación para su pago, en caso de haber desacuerdo en algunas cantidades de obra, estas deberán sacarse de la estimación para no atrasar el pago de los conceptos ya conciliados, ya que para que la obra evolucione favorablemente se debe tener liquidez económica para la continuidad de la misma, por lo que la estimación debe cobrarse en tiempo y forma.

Simultáneamente a los trabajos de acostillado de la tubería, se debe de iniciar con la construcción de los pozos de visita los cuales deberán de desplantarse a partir de una losa de fondo de 15 cm de espesor de concreto simple $F_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ o la que señale el proyecto ejecutivo y continuar con la colocación de muros de tabique rojo recocido en espesores de 28 cm asentados con un mortero de cemento-arena en proporción 1:5, fabricación de media caña en el fondo del pozo para dar continuidad a la geometría de la tubería, la cual estará hecha a base de pedacería de tabique y mortero de cemento-arena proporción 1:4 y/o concreto simple con una resistencia de 150 kg/cm^2 , el pozo de visita debe contar con aplanado fino en su interior elaborado con una mezcla de mortero de cemento-arena en proporción 1:4 y para cerrar en la parte superior debe llevar un brocal y su tapa de concreto prefabricados .

En la construcción de estos pozos o registros es necesario verificar que la tubería de polietileno quede completamente sellada con los muros, para evitar filtraciones de agua residual al subsuelo que repercutan en contaminación a los mantos acuíferos y estos a su vez generen enfermedades en la población que consuma esa agua contaminada, por lo que es importante sellar con mortero en la parte interna y externa del pozo de visita con la parte del tubo que está en contacto con el muro.

Después del acostillado a la tubería con material producto de banco, se continua con la colocación de relleno en la parte superior utilizando material el cual puede ser tepetate, arenilla o algún otro material de banco de la región indicado para este fin, compactándolo con equipo mecánico adicionándole el agua en cantidades optimas, este equipo debe cumplir con las necesidades que requiere el proyecto, es decir, debe ser el equipo idóneo para compactar el material a los porcentajes que indican las especificaciones del proyecto ejecutivo.

En este concepto de obra hay que tomar en cuenta el peso del equipo de compactación porque de eso depende los espesores de material que van a colocarse entre capa y capa, en algunas obras de drenaje la supervisión solicita a la residencia de obra tomar muestras de compactación a cada una de las capas que se va colocando y no permite colocar la siguiente capa hasta no tener el resultado positivo de la prueba de compactación tomada, por lo que es necesario llevar un control riguroso de estos trabajos para no tener contratiempos en caso de que alguna prueba no cumpla con los

requisitos solicitados en las especificaciones del proyecto ejecutivo, ya que esto nos lleva a tener pérdidas económicas y retrasos en tiempo, de ahí la importancia de que la compactación se realice conforme lo solicita el proyecto ejecutivo y de acuerdo a las normas y especificaciones para este tipo de obras.

Generalmente como en toda obra de drenaje, la tubería se conectara a otro sistema de drenaje con diámetro mayor o igual al colocado y este a su vez a la planta de tratamiento, por lo que se debe de tener en cuenta que la conexión de la línea nueva o sea la del proyecto ejecutivo a realizar se debe de conectar desde el principio de la obra a la red existente, ya que esto nos ayudaría bastante en periodo de lluvias debido a que la cepa estando ya excavada, el agua de lluvia la podemos canalizar por el tubo ya colocado y al existente que está en funcionamiento y así evitar inundaciones que nos ocasionaría gastos de bombeo y pérdida de tiempo lo cual provocaría atraso en el programa de obra, por lo cual, esta decisión de conectarse a la red existente es primordial; por lo que se hace necesaria la conexión de la tubería de proyecto a la existente de aguas abajo e iniciar con la tubería nueva hacia aguas arriba.

Es importante señalar que en periodos de lluvias, al finalizar la jornada del día se debe colocar una tabla de madera de forma transversal en la parte baja de la boca del tubo, de tal manera que esta tabla cubra la mitad o más de la mitad de la sección hidráulica del área del tubo, la cual servirá para contener el lodo que pudiera provocar un taponamiento al interior de éste y sea únicamente agua la que fluya por la tubería pasando por arriba de la tabla, haciendo este procedimiento día a día mientras se tenga tiempo de lluvias.

Para este tipo de obra que nos ocupa, las descargas de agua residual de las industrias se hace directamente a los pozos de visita, en caso de haber descargas domiciliarias, estas tendrían que ser en algunos casos directamente al tubo de polietileno para lo cual es necesario perforar el tubo con equipo de perforación especial y brocas sacabocado del diámetro del tubo de descarga e insertar, así como también utilizar las conexiones especiales y el equipo especial para la termofusión de estas piezas con equipo manual.

En este tipo de obras, como cualquier otra de ingeniería civil es necesario cumplir fielmente con el programa establecido en el contrato para los conceptos de obra que incluyen el proyecto ejecutivo para no hacerse acreedor a las multas y/o sanciones que se establecen en las cláusulas del contrato que se firma para la realización de la obra, para esto hay que evaluar todas las condiciones que se pueden presentar durante el proceso de obra y así poder elaborar un programa de trabajo tomando en cuenta las holguras que se deben considerar entre concepto y concepto de obra a ejecutar.

Conforme se avanza en la ejecución de obra, el contratista procede a elaborar la estimación correspondiente a los trabajos ejecutados al 100%, los cuales incluirán: clave (si es que se requiere), descripción del concepto, generadores de obra de cada uno de los conceptos que se pretende cobrar, además se debe anexar croquis de localización de los trabajos estimados, áreas o volúmenes de los conceptos ejecutados, fotografías de cada concepto a cobrar y periodo de ejecución de la estimación; antes de empezar a elaborar la estimación habrá que consultar al departamento de supervisión o al cliente los formatos que se utilizaran para tal efecto, ya que cada contratante tiene sus propios formatos para estimación.

Teniendo elaborados los generadores de obra se procede a realizar el vaciado de estos volúmenes de conceptos en la estimación la cual contendrá lo siguiente: el nombre del concepto generado, unidad, precio unitario, cantidad de proyecto, cantidad por cobrar en esta estimación e importe y hasta la parte inferior lleva la sumatoria total de la cantidad estimada, además de las personas que intervienen en la elaboración y firma de

la estimación, cabe aclarar que la elaboración de la estimación le corresponde al contratista.

Elaborada la estimación completa, se turna a la residencia de supervisión para su revisión y aprobación para su pago, para esto es necesario, haber realizado la conciliación de todos los conceptos presentados en la estimación, ya sea con la residencia de obra o con la supervisión externa a quien se le haya encomendado este servicio.

Después de haber revisado y aprobado la estimación por parte de la supervisión, se elabora la factura correspondiente con los siguientes datos: nombre de la contratante o razón social del cliente, RFC, domicilio fiscal, código postal, número de estimación, importe de la estimación, deducción de la amortización del anticipo y retenciones aplicables si es que hay que realizar conforme a lo que se estipule en el contrato de obra.

Es necesario llevar un control de las estimaciones ya pagadas por lo que es preciso hacer un concentrado de cada estimación, esto es, hacer un vaciado de cada uno de los conceptos que integran el catálogo de obra incluyendo los excedentes y extraordinarios y asentar cada una de las estimaciones con sus respectivos conceptos cobrados, este control servirá para cotejar los volúmenes reales de obra con los de proyecto y también para finiquitar la obra.

Durante el cobro de estimaciones pueden surgir omisiones o volúmenes pagados en exceso sin dolo de ninguna de las partes, los cuales se ajustaran en la estimación de finiquito, en la cual se hace una revisión más detallada de todos los conceptos ejecutados y es en esta estimación donde se hace el ajuste de toda la obra ya sea en más o en menos según los datos que arrojen en la revisión y conciliación final de la obra.

Después de haber hecho un paréntesis con el área de control de estimaciones, continuamos con la descripción del proceso constructivo de nuestro drenaje en cuestión; ya habiendo ejecutado el relleno y compactación al 100% y terminado con la construcción de pozos de visita se procede a sacar niveles para empezar a trabajar el concepto de base para la terracería, la cual debe de realizarse conforme lo señale el proyecto ejecutivo, aunque normalmente se hace una composición de grava del tipo controlada, esto es utilizando grava con un diámetro de $\frac{3}{4}$ " y tepetate en una proporción 70-30% en espesores de 20 cm en promedio compactada al 95% de su PVSM (peso volumétrico seco máximo) o lo que especifique el proyecto.

este concepto de bases aplica solamente para drenajes que se realicen sobre calles o avenidas, siempre hay que tomar en cuenta que para los trabajos de rellenos y terracerías es importante el suministro necesario de agua para su compactación óptima, independientemente que se tiene el laboratorio de control de calidad quien es el que determinará la humedad óptima que se necesita para una buena compactación, así mismo es quien define el grado de compactación del relleno o terracería que se esta muestreando.

Concluida la terracería se continua con los trabajos para empezar a colocar la superficie de rodamiento, la cual puede ser un pavimento rígido(concreto hidráulico) o pavimento flexible (asfalto), en caso de utilizar concreto hidráulico este debe ser colocado en espesores mínimos de 20 cm y con la resistencia que el proyecto especifique, en caso de utilizar concreto hidráulico, revisar en los planos de acabados los cortes que se deberán de realizar al concreto, en caso de que no se consideren en el proyecto, habrá de solicitarlo a la residencia de obra o supervisión, ya que estos cortes al pavimento

son necesarios para que este no se agriete o fisure, debido a los cambios bruscos por temperatura ya que de no hacer dichos cortes, el pavimento se agrieta o fractura, lo cual pareciera un mal trabajo y esto puede ser motivo de que el departamento de supervisión o residencia de obra no avale dicho concepto para pago.

En caso de utilizar pavimento asfáltico es necesario ejecutar los trabajos preliminares antes de su colocación, siendo estos, los riegos de impregnación y de liga utilizando asfalto de rompimiento medio y rompimiento rápido respectivamente; después de haber ejecutado estos riegos y tomando en cuenta el tiempo que debe de haber entre uno y otro, el cual debe ser de 24 horas mínimo para riego de impregnación, ya que es el tiempo que tarda en penetrar la impregnación a la terracería teniendo buena temperatura, nunca hay que hacer riegos de asfalto con lluvia, debido a que con el agua pluvial los asfaltos se diluyen y por consiguiente no se adhieren a la base.

Posteriormente a la aplicación del riego de impregnación, el cual se debe de colocar con equipo (petrolizadora) a razón de 1.8 litros por metro cuadrado con emulsión de rompimiento medio y después de que penetra la emulsión a la base, se procede a la colocación del riego de liga a razón de 0.75 litros por metro cuadrado, el cual funciona como adhesivo entre la base impregnada y la carpeta.

Para la colocación del pavimento asfáltico se coloca mezcla asfáltica extendida con equipo manual (a este proceso se le denomina manteo) y esto consiste en tapar ligeramente el riego de liga para que a la hora de introducir el equipo para pavimentar(finisher) y camiones con mezcla asfáltica, estos no pueda levantar el riego de liga y consecuentemente dañe el riego de impregnación, posterior al manteo se procede a tender la mezcla asfáltica en los espesores que indique el proyecto y consecutivamente la compactación de la misma con el rodillo adecuado para dejar la compactación solicitada en el proyecto ejecutivo.

Cuando los trabajos se tienen terminados al 100% hay que hacer una limpieza general de toda la obra y enviar el aviso de terminación de los trabajos con los días de anticipación que señale el contrato antes de la terminación de la obra, esto con el fin de que la contratante haga su revisión y recepción de la misma; ya habiendo enviado el aviso de terminación a la residencia de obra, supervisión o al cliente, se procede a levantar el acta correspondiente a la entrega-recepción, previa autorización de la residencia de obra, supervisión o cliente.

Ya con el acta de entrega-recepción, ésta nos servirá para la cancelación de la fianza de cumplimiento, posteriormente al acta de entrega-recepción se realizará el finiquito de la obra, en donde se verificará mediante la revisión de todos los conceptos cobrados (sabana de finiquito), la cual corresponde al desglose de los volúmenes de cada uno de los conceptos de obra cobrados en todas las estimaciones dando como resultado una cantidad total cobrada en todo el transcurso de la obra; y es ahí donde se determinan los créditos a favor o en contra de lo que resulte de conciliar toda la obra ejecutada al 100% y por consiguiente el ajuste en costo en mas o en menos.

Para la cancelación de la fianza de anticipo se solicitara por escrito a la contratante o al cliente y este a su vez emitirá un escrito u oficio a la compañía afianzadora en donde autoriza la cancelación de dicha fianza, siempre y cuando el anticipo otorgado haya sido amortizado completamente, de la misma manera se solicita la cancelación de la fianza de cumplimiento, ya con la carta de liberación de la fianza de cumplimiento, el contratista realiza el trámite de la fianza de vicios ocultos la cual se anexa a la acta de entrega-recepción, la fianza de vicios ocultos tendrá una duración de 12 meses contados a partir de la fecha de la entrega de los trabajos contratados y esta fianza servirá de respaldo al cliente en caso de algún trabajo mal ejecutado o algún vicio

oculto, con esta fianza se obliga al constructor a reparar los trabajos que estén en mal estado durante un lapso de 12 meses.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Durante la elaboración del proyecto ejecutivo que desarrolla el cliente o la contratante, el catálogo de conceptos es la base primordial para la realización de una contratación, puesto que, normalmente el cliente solicita a una o varias empresas constructoras le coticen los trabajos a realizar para determinado proyecto de obra, de esta manera tener un cuadro de costos para evaluar que empresa es la que mejor propuesta económica presenta, independientemente que la contratante o el cliente ya debe tener elaborado un presupuesto base de los trabajos que le están cotizando, para que en base a este presupuesto base se pueda evaluar cada una de las propuestas presentadas por las empresas constructoras y designar la que presente la mejor proposición técnica y económica.

En los procedimientos de solicitud de cotizaciones deberán establecerse los mismos requisitos y condiciones para todos los participantes, debiendo la contratante o cliente proporcionar a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con dichos procedimientos de cotización, a fin de evitar favorecer a algún participante, así mismo debe de entregar a cada uno de los proponentes la misma documentación para que todos presenten propuestas en igualdad de condiciones.

Dentro del proceso que se sigue en un concurso o invitación en cuanto a la presentación de cotizaciones, es la de invitar directamente a empresas que tengan la capacidad de respuesta inmediata así como también la solvencia técnica y económica para la ejecución de los trabajos que se encomiendan, considerando que las empresas invitadas cuenten con la capacidad técnica, de personal y económica que el proyecto ejecutivo requiere para su ejecución.

Es de suma importancia que la contratante o el cliente lleve a cabo la visita al sitio donde se realizarán los trabajos, lo cual tendrá como objeto que los licitantes conozcan las condiciones ambientales, así como las características referentes al grado de dificultad de los trabajos a desarrollar y sus implicaciones de carácter técnico, por lo que no podrán invocar su desconocimiento o solicitar modificaciones al contrato o proyecto ejecutivo por este motivo.

Cuando se realizan contratos o licitaciones de obra pública con la Administración pública ya sea federal o estatal, para la elaboración de los precios unitarios es necesario contar con una serie de datos y documentos que servirán de apoyo para la integración de las matrices de cada uno de los conceptos de obra, para esto, se presenta información en donde se documenta los pasos a seguir conforme a los artículos 185 al 220 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas para el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios.

Artículo 185.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, se considerará como precio unitario el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

El precio unitario se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales.

Artículo 186.- Los precios unitarios que formen parte de un contrato o convenio para la ejecución de obras o servicios deberán analizarse, calcularse e integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en la Ley y en este Reglamento, así como en las especificaciones establecidas por las dependencias y entidades en la convocatoria a la licitación pública.

La enumeración de los costos y cargos mencionados en este Capítulo para el análisis, cálculo e integración de precios unitarios tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible los recursos necesarios para realizar cada concepto de trabajo.

Artículo 187.- El análisis, cálculo e integración de los precios unitarios para un trabajo determinado deberá guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de los trabajos, con el programa de ejecución convenido, así como con los programas de utilización de personal y de maquinaria y equipo de construcción, debiendo tomar en cuenta los costos vigentes de los materiales, recursos humanos y demás insumos necesarios en el momento y en la zona donde se llevarán a cabo los trabajos, sin considerar el impuesto al valor agregado. Lo anterior, de conformidad con las especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad que determine la dependencia o entidad.

Artículo 188.- Los precios unitarios de los conceptos de trabajo deberán expresarse por regla general en moneda nacional, salvo aquéllos que necesariamente requieran recursos de procedencia extranjera. Las dependencias y entidades, previa justificación, podrán cotizar y contratar en moneda extranjera.

Las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al Sistema General de Unidades de Medida. En atención a las características de los trabajos y a juicio de la dependencia o entidad, se podrán utilizar otras unidades técnicas de uso internacional.

Artículo 189.- En los términos de lo previsto en el penúltimo párrafo del artículo 59 de la Ley, el catálogo de conceptos de los trabajos únicamente podrá contener los siguientes precios unitarios:

- I. Precios unitarios originales, que son los consignados en el catálogo de conceptos del contrato y que sirvieron de base para su adjudicación, y
- II. Precios unitarios por cantidades adicionales o por conceptos no previstos en el catálogo original del contrato.

Artículo 190.- El costo directo por mano de obra es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al primer mando, entendiéndose como tal hasta la categoría de cabo o jefe de una cuadrilla de trabajadores. No se considerarán dentro de este costo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos.

El costo de mano de obra se obtendrá de la siguiente expresión:

$$= \frac{Mo \quad Sr}{R}$$

Donde:

“Mo” Representa el costo por mano de obra.

“Sr” Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de ocho horas, salvo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos, incluyendo todas las prestaciones derivadas de la Ley Federal del Trabajo, la Ley del Seguro Social,

la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.

Para la obtención del salario real se debe considerar la siguiente expresión:

$$Sr = Sn * Fsr$$

Donde:

“Sn” Representa los salarios tabulados de las diferentes categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos.

“Fsr” Representa el factor de salario real, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 191 de este Reglamento.

“R” Representa el rendimiento, es decir, la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo por jornada de ocho horas. Para realizar la evaluación del rendimiento, se deberá considerar en todo momento el tipo de trabajo a desarrollar y las condiciones ambientales, topográficas y en general aquéllas que predominen en la zona o región donde se ejecuten.

Artículo 191.- Para los efectos del artículo anterior, se deberá entender al factor de salario real “Fsr” como la relación de los días realmente pagados en un periodo anual, de enero a diciembre, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo periodo, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Fsr = Ps \left(\frac{Tp}{Tl} \right) + \frac{Tp}{Tl}$$

Donde:

“Fsr” Representa el factor de salario real.

“Ps” Representa, en fracción decimal, las obligaciones obrero-patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

“Tp” Representa los días realmente pagados durante un periodo anual.

“Tl” Representa los días realmente laborados durante el mismo periodo anual utilizado en Tp.

Para la determinación del factor de salario real, se deberán considerar los días que estén dentro del periodo anual referido en el párrafo anterior y que de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo y los contratos colectivos de trabajo resulten pagos obligatorios, aunque no sean laborables.

El factor de salario real deberá incluir las prestaciones derivadas de la Ley Federal del Trabajo, de la Ley del Seguro Social, de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores o de los contratos colectivos de trabajo en vigor.

Una vez determinado el factor de salario real, éste permanecerá fijo hasta la terminación de los trabajos contratados, incluyendo los convenios que se celebren, debiendo considerar los ajustes a las prestaciones que para tal efecto determina la Ley del Seguro Social, dándoles un trato similar a un ajuste de costos.

Cuando se requiera la realización de trabajos de emergencia originados por eventos que pongan en peligro o alteren el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país, las dependencias o entidades podrán requerir la integración de horas por tiempo extraordinario, dentro de los márgenes señalados en la Ley Federal del Trabajo, debiendo ajustar el factor de salario real utilizado en la integración de los precios unitarios.

Artículo 192.- En la determinación del salario real no deberán considerarse los siguientes conceptos:

- I. Aquéllos de carácter general referentes a transportación, instalaciones y servicios de comedor, campamentos, instalaciones deportivas y de recreación, así como las que sean para fines sociales de carácter sindical;
- II. Instrumentos de trabajo, tales como herramientas, ropa, cascos, zapatos, guantes y otros similares;
- III. La alimentación y la habitación cuando se entreguen en forma onerosa a los trabajadores;
- IV. Cualquier otro cargo en especie o en dinero, tales como despensas, premios por asistencia y puntualidad;
- V. Los viáticos y pasajes del personal especializado que por requerimientos de los trabajos a ejecutar se tenga que trasladar fuera de su lugar habitual de trabajo, y
- VI. Las cantidades aportadas para fines sociales, considerándose como tales, entre otras, las entregadas para constituir fondos de algún plan de pensiones establecido por el patrón o derivado de contratación colectiva.

El importe del o los conceptos anteriores que sean procedentes deberán ser considerados en el análisis correspondiente de los costos indirectos de campo.

Artículo 193.- El costo directo por materiales es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de calidad y las especificaciones generales y particulares de construcción requeridas por la dependencia o entidad.

Los materiales que se usen en los trabajos podrán ser permanentes o temporales, los primeros son los que se incorporan y forman parte de los trabajos; los segundos son los que se utilizan en forma auxiliar y no forman parte integrante de los trabajos. En este último caso se deberá considerar el costo en proporción a su uso.

El costo unitario por concepto de materiales se obtendrá de la expresión:

$$M = P_m * C_m$$

Donde:

“M” Representa el costo por materiales.

“P_m” Representa el costo básico unitario vigente de mercado, que cumpla con las normas de calidad especificadas para el concepto de trabajo de que se trate y que sea el más económico por unidad del material puesto en el sitio de los trabajos.

El costo básico unitario del material se integrará con su precio de adquisición en el mercado o costo de producción en el sitio de los trabajos sumando, en su caso, el costo de los de acarreos, maniobras, almacenajes y mermas aceptables durante su manejo.

“C_m” Representa el consumo de materiales por unidad de medida del concepto de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes, “C_m” se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas de calidad y especificaciones generales y particulares de construcción que determine la dependencia o entidad, considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia en la industria de la construcción determine como mínimos. Cuando se trate de materiales auxiliares, “C_m” se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de trabajos a realizar, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de ejecución, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia que se tenga en la industria de la construcción.

En el caso de que la descripción del concepto del precio unitario especifique una marca como referencia, deberá incluirse la posibilidad de presentar productos similares, entendiendo por éstos, aquellos materiales que cumplan como mínimo con las mismas especificaciones técnicas, de calidad, duración y garantía de servicio que las de la marca señalada como referencia.

Artículo 194.- El costo horario directo por maquinaria o equipo de construcción es el que se deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad y especificaciones generales y particulares que determine la dependencia o entidad y conforme al programa de ejecución convenido.

El costo horario directo por maquinaria o equipo de construcción es el que resulta de dividir el importe del costo horario de la hora efectiva de trabajo entre el rendimiento de dicha maquinaria o equipo en la misma unidad de tiempo, de conformidad con la siguiente expresión:

$$ME = \frac{Phm}{Rhm}$$

Donde:

“ME” Representa el costo horario por maquinaria o equipo de construcción.

“Phm” Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción considerados como nuevos; para su determinación será necesario tomar en cuenta la operación y uso adecuado de la máquina o equipo seleccionado, de acuerdo con sus características de capacidad y especialidad para desarrollar el concepto de trabajo de que se trate. Este costo se integra con costos fijos, consumos y salarios de operación, calculados por hora efectiva de trabajo.

“Rhm” Representa el rendimiento horario de la máquina o equipo considerados como nuevos dentro de su vida económica, en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar y en las correspondientes unidades de medida, que debe corresponder a la cantidad de unidades de trabajo que la máquina o equipo ejecuta por hora efectiva de operación, de acuerdo con los rendimientos que determinen, en su caso, los manuales de los fabricantes respectivos, la experiencia del contratista, así como las características ambientales de la zona donde se realizan los trabajos.

Para el caso de maquinaria o equipos de construcción que no sean fabricados en línea o en serie y que por su especialidad tengan que ser rentados, el costo directo de éstos podrá ser sustituido por la renta diaria del equipo sin considerar consumibles ni operación.

Artículo 195.- Los costos fijos son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

Artículo 196.- El costo horario por depreciación es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria o equipo de construcción, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará que la depreciación es lineal, es decir, que la maquinaria o equipo de construcción se deprecia en una misma cantidad por unidad de tiempo.

El costo horario por depreciación se obtiene con la siguiente expresión:

$$D = \frac{Vm - Vr}{Ve}$$

Donde:

“D” Representa el costo horario por depreciación de la maquinaria o equipo de construcción.

“Vm” Representa el valor de la máquina o equipo considerado como nuevo en la fecha de presentación y apertura de proposiciones, descontando el precio de las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales, en su caso.

“Vr” Representa el valor de rescate de la máquina o equipo que el contratista considere recuperar por su venta al término de su vida económica.

“Ve” Representa la vida económica de la máquina o equipo estimada por el contratista y expresada en horas efectivas de trabajo, es decir, el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma eficiente, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

Cuando proceda, al calcular la depreciación de la maquinaria o equipo de construcción deberá deducirse del valor de los mismos, el costo de las llantas y el costo de las piezas especiales.

Artículo 197.- El costo horario por la inversión es el costo equivalente a los intereses del capital invertido en la maquinaria o equipo de construcción, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica y se obtiene con la siguiente expresión:

$$I_m = \frac{(V_m + V_r)i}{2Hea}$$

Donde:

“Im” Representa el costo horario por la inversión de la maquinaria o equipo de construcción considerado como nuevo.

“Vm” y “Vr” Representan los mismos conceptos y valores enunciados en el artículo 196 de este Reglamento.

“Hea” Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.

“i” Representa la tasa de interés anual expresada en fracción decimal.

Para el análisis del costo horario por inversión, los contratistas considerarán a su juicio las tasas de interés “i”, debiendo proponer la tasa de interés que más les convenga, la que deberá estar referida a un indicador económico específico y estará sujeta a las variaciones de dicho indicador, considerando en su caso los puntos que requiera una institución crediticia como sobrecosto por el crédito. Su actualización se hará como parte de los ajustes de costos, sustituyendo la nueva tasa de interés en las matrices de cálculo del costo horario.

Artículo 198.- El costo horario por seguros es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria o equipo de construcción por los siniestros que sufra. Este costo forma parte del costo horario, ya sea que la maquinaria o equipo se asegure por una compañía aseguradora, o que la empresa constructora decida hacer frente con sus propios recursos a los posibles riesgos como consecuencia de su uso.

El costo horario por seguros se obtiene con la siguiente expresión:

$$S_m = \frac{(V_m + V_r)s}{2Hea}$$

Donde:

“Sm” Representa el costo horario por seguros de la maquinaria o equipo de construcción.

“Vm” y “Vr” Representan los mismos conceptos y valores enunciados en el artículo 196 de este Reglamento.

“s” Representa la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la máquina o equipo y expresada en fracción decimal.

“Hea” Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.

Para el análisis del costo horario por seguros, los contratistas considerarán la prima anual promedio de seguros.

Artículo 199.- El costo horario por mantenimiento mayor o menor es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria o equipo de construcción en buenas condiciones durante toda su vida económica.

Para los efectos de este artículo se entenderá por:

- I. Costo por mantenimiento mayor: las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria o equipo de construcción en talleres especializados o aquéllas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especializado y que requieran retirar la máquina o equipo de los frentes de trabajo. Este costo incluye la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria o equipo de construcción, así como otros materiales que sean necesarios, y
- II. Costo por mantenimiento menor: las erogaciones necesarias para realizar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras, así como los cambios de líquidos para mandos hidráulicos, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopa. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

El costo horario por mantenimiento se obtiene con la siguiente expresión:

$$Mn = Ko * D$$

Donde:

“Mn” Representa el costo horario por mantenimiento mayor y menor de la maquinaria o equipo de construcción.

“Ko” Representa un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina o equipo y las características del trabajo y se fija con base en la experiencia estadística que se tenga en la industria de la construcción.

“D” Representa la depreciación de la máquina o equipo, calculada de acuerdo con lo expuesto en el artículo 196 de este Reglamento.

Artículo 200.- Los costos por consumos son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y, en su caso, lubricantes y llantas.

Artículo 201.- El costo horario por combustibles es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores de combustión interna de la maquinaria o equipo de construcción y se obtiene con la siguiente expresión:

$$Co = Gh * Pc$$

Donde:

“Co” Representa el costo horario del combustible necesario por hora efectiva de trabajo.

“Gh” Representa la cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente se obtiene en función de la potencia nominal del motor, de un factor de operación de la máquina o equipo y de un coeficiente determinado por la experiencia que se tenga en la industria de la construcción, el cual varía de acuerdo con el combustible que se use.

“Pc” Representa el precio del combustible puesto en la máquina o equipo.

Artículo 202.- El costo por otras fuentes de energía es el derivado por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados en el artículo anterior. La determinación de este costo requerirá en cada caso de un estudio especial.

Artículo 203.- El costo horario por lubricantes es el derivado del consumo y de los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores y se obtiene con la siguiente expresión:

$$Lb = (Ah + Ga) Pa$$

Donde:

“Lb” Representa el costo horario por consumo de lubricantes.

“Ah” Representa la cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación.

“Ga” Representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes en las máquinas o equipos y se determina por la capacidad del recipiente dentro de la máquina o equipo y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

“Pa” Representa el costo de los aceites lubricantes puestos en las máquinas o equipos.

Artículo 204.- El costo horario por llantas es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción y se obtiene con la siguiente expresión:

$$N = \frac{Pn}{Vn}$$

Donde:

“N” Representa el costo horario por el consumo de las llantas de la máquina o equipo como consecuencia de su uso.

“Pn” Representa el valor de las llantas consideradas como nuevas, de acuerdo con las características indicadas por el fabricante de la máquina.

“Vn” Representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con tablas de estimaciones de la vida de los neumáticos, desarrolladas con base en las experiencias estadísticas de los fabricantes, considerando, entre otros, los factores siguientes: presiones de inflado; velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvas, superficie de rodamiento, posición de la máquina; cargas que soporte; clima en que se operen, y mantenimiento.

Artículo 205.- El costo horario por piezas especiales es el correspondiente al consumo por desgaste de las piezas especiales durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción y se obtiene con la siguiente expresión:

$$Ae = \frac{Pa}{Va}$$

Donde:

“Ae” Representa el costo horario por las piezas especiales.

“Pa” Representa el valor de las piezas especiales consideradas como nuevas.

“Va” Representa las horas de vida económica de las piezas especiales, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

Artículo 206.- El costo horario por salarios de operación es el que resulta por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria o equipo de construcción por hora efectiva de trabajo y se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$Po = \frac{Sr}{Ht}$$

Donde:

“Po” Representa el costo horario por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria o equipo de construcción.

“Sr” Representa los mismos conceptos enunciados en el artículo 190 de este Reglamento, valorizados por turno del personal necesario para operar la máquina o equipo.

“Ht” Representa las horas efectivas de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción dentro del turno.

Artículo 207.- El costo por herramienta de mano corresponde al consumo por desgaste de herramientas de mano utilizadas en la ejecución del concepto de trabajo y se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Hm = Kh * Mo$$

Donde:

“Hm” Representa el costo por herramienta de mano.

“Kh” Representa un coeficiente cuyo valor se fijará en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida para su ejecución.

“Mo” Representa el costo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con el artículo 190 de este Reglamento.

Artículo 208.- En caso de requerirse el costo por máquinas-herramientas éste se calculará en la misma forma que el costo directo por maquinaria o equipo de construcción, según lo señalado en este Reglamento.

Artículo 209.- El costo directo por equipo de seguridad corresponde al valor del equipo necesario para la protección personal del trabajador para ejecutar el concepto de trabajo y se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Es = Ks * Mo$$

Donde:

“Es” Representa el costo directo por equipo de seguridad.

“Ks” Representa un coeficiente cuyo valor se fija en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador.

“Mo” Representa el costo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con el artículo 190 de este Reglamento.

Artículo 210.- El costo horario por maquinaria o equipo de construcción en espera y en reserva es el correspondiente a las erogaciones derivadas de situaciones no previstas en el contrato.

Para el análisis, cálculo e integración del costo a que se refiere el párrafo anterior se entenderá por:

- I. Maquinaria o equipo de construcción en espera: aquél que por condiciones no previstas en los procedimientos de construcción debe permanecer sin desarrollar trabajo alguno, en espera de algún acontecimiento para entrar en actividad, considerando al operador, y
- II. Maquinaria o equipo de construcción en reserva: aquél que se encuentra inactivo y que es requerido por orden expresa de la dependencia o entidad para enfrentar eventualidades tales como situaciones de seguridad o de posibles emergencias, siendo procedente cuando:
 - a) Resulte indispensable para cubrir la eventualidad de que se trate debiéndose apoyar en una justificación técnica, y
 - b) Resulten adecuados en cuanto a capacidad, potencia y otras características, y sean congruentes con el proceso constructivo.

El costo horario de las máquinas o equipos en las condiciones de uso o disponibilidad descritas en las fracciones anteriores deberán ser acordes con las

condiciones impuestas a los mismos, considerando que los costos fijos y por consumos deberán ser menores a los calculados por hora efectiva en operación.

En el caso de que el procedimiento constructivo de los trabajos requiera de maquinaria o equipo de construcción que deba permanecer en espera de algún acontecimiento para entrar en actividad, las dependencias y entidades deberán establecer en la convocatoria a la licitación pública los mecanismos necesarios para su reconocimiento en el contrato.

Artículo 211.- El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Para la determinación del costo indirecto se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia encargada directamente de los trabajos. En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberán considerar todos los conceptos que de ello se deriven.

Artículo 212.- Los costos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de los trabajos de que se trate.

Artículo 213.- Los gastos generales que podrán tomarse en consideración para integrar el costo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la administración de oficinas centrales, a la administración de oficinas de campo o a ambas, según el caso, son los siguientes:

- I. Honorarios, sueldos y prestaciones de los siguientes conceptos:
 - a) Personal directivo;
 - b) Personal técnico;
 - c) Personal administrativo;
 - d) Cuota patronal del seguro social y del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores;
 - e) Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo para el personal enunciado en los incisos a), b) y c) de esta fracción;
 - f) Pasajes y viáticos del personal enunciado en los incisos a), b) y c) de esta fracción, y
 - g) Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo para el personal enunciado en los incisos a), b) y c) de esta fracción;
- II. Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:
 - a) Edificios y locales;
 - b) Locales de mantenimiento y guarda;
 - c) Bodegas;
 - d) Instalaciones generales;
 - e) Equipos, muebles y enseres;
 - f) Depreciación o renta, y operación de vehículos, y
 - g) Campamentos;
- III. Servicios de los siguientes conceptos:
 - a) Consultores, asesores, servicios y laboratorios, y
 - b) Estudios e investigaciones;
- IV. Fletes y acarreos de los siguientes conceptos:
 - a) Campamentos;

- b) Equipo de construcción;
- c) Plantas y elementos para instalaciones, y
- d) Mobiliario;
- V. Gastos de oficina de los siguientes conceptos:
 - a) Papelería y útiles de escritorio;
 - b) Correo, fax, teléfonos, telégrafos, radio y otros gastos de comunicaciones;
 - c) Equipo de computación;
 - d) Situación de fondos;
 - e) Copias y duplicados;
 - f) Luz, gas y otros consumos, y
 - g) Gastos de la licitación pública;
- VI. Capacitación y adiestramiento;
- VII. Seguridad e higiene;
- VIII. Seguros y fianzas, y
- IX. Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:
 - a) Construcción y conservación de caminos de acceso;
 - b) Montajes y desmantelamientos de equipo, y
 - c) Construcción de las siguientes instalaciones generales:
 - 1. Campamentos;
 - 2. Equipo de construcción, y
 - 3. Plantas y elementos para instalaciones.

Artículo 214.- El costo por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por periodos.

El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser fijado por cada dependencia o entidad.

Artículo 215.- El costo por financiamiento permanecerá constante durante la ejecución de los trabajos y únicamente se ajustará en los siguientes casos:

- I. Cuando varíe la tasa de interés;
- II. Cuando no se entreguen los anticipos durante el primer trimestre de cada ejercicio subsecuente al del inicio de los trabajos, conforme a lo dispuesto por el segundo párrafo de la fracción V del artículo 50 de la Ley, y
- III. Cuando resulte procedente ajustarlo conforme a lo dispuesto en los artículos 59, párrafo cuarto de la Ley y 102 del presente Reglamento.

Artículo 216.- Para el análisis, cálculo e integración del porcentaje del costo por financiamiento se deberá considerar lo siguiente:

- I. Que la calendarización de egresos esté acorde con el programa de ejecución de los trabajos y el plazo indicado en la proposición del contratista;
- II. Que el porcentaje del costo por financiamiento se obtenga de la diferencia que resulte entre los ingresos y egresos, afectado por la tasa de interés propuesta por el contratista, y dividida entre el costo directo más los costos indirectos;
- III. Que se integre por los siguientes ingresos:
 - a) Los anticipos que se otorgarán al contratista durante el ejercicio del contrato, y
 - b) El importe de las estimaciones a presentar, considerando los plazos de formulación, aprobación, trámite y pago, deduciendo la amortización de los anticipos concedidos, y
- IV. Que se integre por los siguientes egresos:
 - a) Los gastos que impliquen los costos directos e indirectos;

- b) Los anticipos para compra de maquinaria o equipo e instrumentos de instalación permanente que en su caso se requieran, y
- c) En general, cualquier otro gasto requerido según el programa de ejecución.

Artículo 217.- Para reconocer en el costo por financiamiento las variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su proposición, las dependencias y entidades deberán considerar lo siguiente:

- I. El contratista deberá fijar la tasa de interés con base en un indicador económico específico, considerando en su caso los puntos que le requiera una institución crediticia como sobrecosto por el crédito. La referida tasa permanecerá constante en la integración de los precios; la variación de la misma a la alza o a la baja dará lugar al ajuste del porcentaje del costo por financiamiento, considerando la variación entre los promedios mensuales de tasas de interés, entre el mes en que se presente la proposición del contratista con respecto al mes que se efectúe su revisión;
- II. Las dependencias y entidades reconocerán la variación en la tasa de interés propuesta por el contratista, de acuerdo con las variaciones del indicador económico específico a que esté sujeta;
- III. El contratista presentará su solicitud de aplicación de la tasa de interés que corresponda cuando sea al alza; en caso de que la variación resulte a la baja, la dependencia o entidad deberá realizar los ajustes correspondientes, y
- IV. El análisis, cálculo e integración del incremento o decremento en el costo por financiamiento se realizará conforme al análisis original presentado por el contratista, actualizando la tasa de interés. La diferencia en porcentaje que resulte dará el nuevo costo por financiamiento.

Artículo 218.- Para reconocer el ajuste al costo por financiamiento, cuando exista un retraso en la entrega del anticipo en contratos que comprendan dos o más ejercicios, en los términos del segundo párrafo de la fracción V del artículo 50 de la Ley, las dependencias y entidades deberán considerar lo siguiente:

- I. Para su cálculo, en el análisis de costo por financiamiento presentado por el contratista, se deberá reubicar el importe del anticipo dentro del periodo en que realmente se entregue éste, y
- II. El nuevo costo por financiamiento se aplicará a la obra pendiente de ejecutar, conforme al programa de ejecución convenido, a partir de la fecha en que debió entregarse el anticipo.

Artículo 219.- El cargo por utilidad es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

Para el cálculo del cargo por utilidad se considerará el impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas a cargo del contratista.

Artículo 220.- Los cargos adicionales son las erogaciones que debe realizar el contratista, por estar convenidas como obligaciones adicionales que se aplican después de la utilidad del precio unitario porque derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos, indirectos y por financiamiento, ni del cargo por utilidad.

Únicamente quedarán incluidos en los cargos adicionales aquéllos que deriven de ordenamientos legales aplicables o de disposiciones administrativas que emitan autoridades competentes en la materia, como derechos e impuestos locales y federales y gastos de inspección y supervisión.

Los cargos adicionales deberán incluirse al precio unitario después de la utilidad y solamente serán ajustados cuando las disposiciones legales que les dieron origen establezcan un incremento o decremento para los mismos.

El precio unitario se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales.

Los precios unitarios que formen parte de un contrato o convenio para la ejecución de obras o servicios deberán analizarse, calcularse e integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en la Ley de Obras Públicas y su Reglamento, así como en las especificaciones establecidas por las dependencias y entidades en la convocatoria a la licitación pública.

La enumeración de los costos y cargos mencionados en este Capítulo para el análisis, cálculo e integración de precios unitarios tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible los recursos necesarios para realizar cada concepto de trabajo.

El análisis, cálculo e integración de los precios unitarios para un trabajo determinado deberá guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de los trabajos, con el programa de ejecución convenido, así como con los programas de utilización de personal y de maquinaria y equipo de construcción, debiendo tomar en cuenta los costos vigentes de los materiales, recursos humanos y demás insumos necesarios en el momento y en la zona donde se llevarán a cabo los trabajos, sin considerar el impuesto al valor agregado. Lo anterior, de conformidad con las especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad que determine la dependencia o entidad.

Los precios unitarios de los conceptos de trabajo deberán expresarse por regla general en moneda nacional, salvo aquéllos que necesariamente requieran recursos de procedencia extranjera. Las dependencias y entidades, previa justificación, podrán cotizar y contratar en moneda extranjera.

Las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al Sistema General de Unidades de Medida. En atención a las características de los trabajos y a juicio de la dependencia o entidad, se podrán utilizar otras unidades técnicas de uso internacional.

Para el análisis de los precios unitarios es necesario señalar los costos directos que actúan dentro de dicho análisis, los cuales son en base a la mano de obra a utilizar, materiales y equipo de instalación permanente, así como de la maquinaria y equipo a utilizar para la ejecución de cada uno de los conceptos de trabajo. Habiendo determinado el costo directo de cada uno de los conceptos a ejecutar se aplicarán a estos, los factores de: indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales para completar un precio unitario.

A continuación se hace el análisis para determinar el presupuesto de obra tomando en consideración lo antes expuesto conforme a la normatividad vigente:

Razón social de la empresa

Anexo

INSUMOS

Hoja 1 de 3

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: ...		

Explosión de recursos de obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importa	%
Materiales						
LLD5HC	Juego de llantas para Compactador rodillo liso y neumáticos Ing. Rand. SO-100	jgo	0.007200	\$53,752.67	\$367.02	0.006
LLD5S3	Juego de llantas para Duo-pactor 10-30 ton. S.G. 30 R.D.	jgo	0.006000	\$26,862.73	\$214.91	0.003
LLJ6H3	Juego de llantas para Motoconformadora CAT 140-H.	jgo	0.003600	\$82,000.00	\$295.20	0.005
LLJ2CD	Juego de llantas para Cargador frontal de ruedas de 2.5 m3 de capacidad CAT. 950 F.	jgo	0.034800	\$140,599.68	\$4,892.67	0.078
LLLPS3	Juego de llantas para Petrolizadora de 600 lts de capacidad montada sobre camión Mercedes-Benz mod. LK1418/39, 2100 S.R.	jgo	0.000000	\$34,000.00	\$0.00	0.000
LLRET040	Juego de llantas para retroexcavadora	jgo	2.096000	\$36,000.00	\$75,528.00	1.206
LLV3F3	Juego de llantas para camión	jgo	0.426000	\$40,000.00	\$17,120.00	0.273
MA-ACEITE LUB	Aceite (Lubricante)	l	2,074.512665	\$48.60	\$100,821.32	1.608
MA-AGUA POT	Agua potable en los lugares donde no se tiene toma (incluye transporte)	m3	949.333572	\$95.53	\$90,669.84	1.446
MA-ALAMBRE REC	Alambre recocido.	kg	11.340000	\$14.18	\$160.80	0.003
MA-ARENA	Arena	m3	260.357475	\$215.52	\$56,112.24	0.895
MA-BROCAL/TAP	Brocal y tapa para pozo de visita de concreto.	pieza	45.000000	\$1,000.00	\$45,000.00	0.718
MA-CAL	Caldera	l	0.400000	\$1,163.00	\$465.20	0.007
MA-CEMENTO PORTLAND	Cemento Portland ordinario (CPO)	t	19.247220	\$2,400.00	\$46,193.33	0.737
MA-CLAVO	Clavo.	kg	16.065000	\$17.00	\$273.11	0.004
MA-DIESEL	Diesel	l	66,113.201315	\$12.45	\$823,109.36	13.128
MA-DISCO DIAM	Disco de diamante para cortadora 305 mm (12").	pieza	1.320000	\$3,880.80	\$5,122.66	0.082
MA-ESC FO FO	Escalón fo fo. para pozo de visita.	pieza	180.000000	\$85.00	\$15,300.00	0.244
MA-GASOLINA	Gasolina Magna	l	298.777245	\$12.05	\$3,600.27	0.057
MA-GRAVA	Grava de 19 mm de diámetro	m3	14.960295	\$215.52	\$3,224.24	0.051
MA-GRAVA CE	Grava cementada controlada en planta	m3	502.011292	\$240.00	\$120,482.71	1.922
MA-MADERA CIMBRA	Madera de pino para cimbra	p.t.	432.316000	\$12.00	\$5,187.79	0.083
MA-MEZCLA ASF	Concreto asfáltico 9.52 mm (3/8") con cemento asfáltico AC-20 (L.A.B. en planta).	t	229.355508	\$1,300.00	\$298,162.16	4.756
MA-PINT ESM	Pintura esmalte	l	3.000000	\$88.36	\$265.08	0.004
MA-RIEGO DE IMPREGNACION	Riego de Impregnación.	l	3,780.517000	\$10.00	\$37,805.17	0.603
MA-RIEGO DE LIGA	Riego de liga	l	1,581.572000	\$10.00	\$15,815.72	0.252
MA-TABIQUE RR	Tabique rojo recocido.	m2	35.100040	\$2,500.00	\$87,750.10	1.400
MA-TEPETATE	Tepetate	m3	4,073.081556	\$180.00	\$733,154.68	11.694
MA-TUBO PAD 12" RD 32.5	Tubo de polietileno A.D. de 305 mm de diámetro RD-32.5.	m	2,060.026176	\$406.09	\$836,556.03	13.343
MA-VARILLA REF 3/8"	Varilla de refuerzo 9.5 mm (3/8") diámetro.	kg	240.750000	\$12.28	\$2,956.41	0.047
Mano de Obra						
MO-ALBAÑIL	Oficial Albañil	jor	63.968335	\$525.85	\$44,154.75	0.704
MO-AYUD CARP	Ayudante de carpintero	jor	6.111000	\$366.35	\$2,238.76	0.036
MO-AYUD FIERR	Ayudante de herrero	jor	1.125000	\$366.35	\$412.14	0.007
MO-AYUD OFIC	Ayudante de oficial	jor	765.943073	\$366.35	\$287,930.25	4.592
MO-AYUD OPER	Ayudante de operador	jor	3.146400	\$366.35	\$1,152.69	0.018

Razón social de la empresa

Representante legal: _____

Razón social de la empresa

Anexo

INSUMOS

Hoja 2 de 3

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Explosión de recursos de obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MO-AYUD TUBERO	Ayudante de tubero	jor	100.000000	\$366.35	\$36,635.00	0.584
MO-CABO DE OF	Cabo de oficios	jor	122.718210	\$717.28	\$88,023.31	1.404
MO-CADENERO	Cadenero	jor	5.960939	\$366.35	\$2,183.79	0.035
MO-OFIC FIERR	Oficial fierro	jor	7.236000	\$525.85	\$3,805.05	0.061
MO-OPER CORT	Operador de cortadora	jor	30.013031	\$398.27	\$11,953.29	0.191
MO-OPER EQ LIG	Operador de equipo ligero	jor	62.033419	\$366.35	\$22,725.94	0.362
MO-OPER REV	Operador de revoladora	jor	0.742095	\$398.27	\$295.55	0.005
MO-OPER-EQ TERMOF	Operador de equipo de termofusión	jor	25.000000	\$525.85	\$13,146.25	0.210
MO-PEÓN EN CONS	Peón en construcción	jor	142.841585	\$334.58	\$47,791.64	0.762
MO-TOPOG	Topógrafo	jor	3.000000	\$573.71	\$1,721.13	0.027
MO-TUBERO	Tubero de líneas	jor	100.000000	\$565.76	\$56,576.00	0.902
OPER MAQ PES	Operador de Maquinaria Pesada	jor	544.866400	\$701.33	\$382,131.16	6.095
OPER VEH PES	Operador de vehículo pesado	jor	106.532000	\$621.56	\$66,216.03	1.056
Suma de Mano de Obra					\$1,069,093.03	17.052

Maquinaria y equipo

EQ-CARG FRONT 2.5 M3CF	Costos fijos de Cargador frontal de ruedas de 2.5 m3. de capacidad 180 HP, 134.28 KW.Marca: CaterpillarModelo: 950-G	h	106.106527	\$812.38	\$87,823.58	1.401
EQ-COMPACT TAMBOR LISOCF	Costos fijos de Compactador de tambor liso de 7.2 lts. 107 HP, 79.82 KW.Marca: CaterpillarModelo: CS433CBR	h	4.020000	\$287.36	\$1,155.19	0.018
EQ-COMPACT ROD LISOCF	Costos fijos de Compactador rodillo liso y neumáticos 96 HP, 71.82 KW.Marca: Ingersoll RandModelo: SD-100	h	17.160000	\$216.88	\$3,721.66	0.059
EQ-CORTADORA CONCCF	Costos fijos de Cortadora de concreto (sin disco), 8 HP, 5.97 KW.Marca: Cipsa Modelo: CC-08K	h	240.000000	\$3.33	\$799.20	0.013
EQ-DUO PACTORCF	Costos fijos de Duo-pactor 10-30 ton. 105 HP, 78.33 KW.Marca : Seaman GunnisonModelo : 10/30-RD-8	h	17.160000	\$298.72	\$5,126.03	0.082
EQ-EQ TERMOSUSIÓN CF	Costos fijos de Equipo de termofusión para tubería de polietileno de 203 a 340 mm de diámetro. incluye generador. Marca: Christie con carro alineador mas calentador mas aumentos.	h	200.000000	\$159.95	\$31,990.00	0.510
EQ-EST-TOTCF	Costos fijos de Estación total	h	40.000000	\$41.18	\$1,647.20	0.026
EQ-MART/EXCAV	Martillo adosado a maquinaria	hora	1.000000	\$450,000.00	\$450,000.00	7.177
EQ-MOTOC 165 HPCF	Costos fijos de Motoconformadora 165 HP, 138.01 KW. Marca: Caterpillar Modelo: 140-HBR	h	10.220000	\$506.24	\$5,173.77	0.083
EQ-PAVIMENTADO RA 110 HPCF	Costos fijos de Pavimentadora de 2.44 m. de longitud 110 HP, 82.06 KW.Marca: Pro-PavModelo: 780WB	h	6.360000	\$1,070.91	\$6,832.41	0.109
EQ-PETROLIZADO RACF	Costos fijos de Petrolizadora de 8000 lts. de capacidad montada sobre camión Chevrolet Kodiak, motor Caterpillar 268 HP, 199.93 KW.Marca: Seaman GunnisonModelo: 2000-SR	h	1.616000	\$172.06	\$278.05	0.004
EQ-RETROEXC C/MARTCF	Costos fijos de Retroexcavadora CASE 580 con martillo	h	4,000.000000	\$255.14	\$1,020,560.00	16.278
EQ-RETROEXCAVCF	Costos fijos de Retroexcavadora CASE 580	h	195.991181	\$255.14	\$50,005.19	0.798
EQ-REVOLVEDORA CF	Costos fijos de Mezcladora de concreto con motor Honda de 9 HP, 6.71 KW.Marca Joper	h	5.936625	\$6.02	\$35.74	0.001
EQ-RODILLO VIBR MANCF	Costos fijos de Rodillo vibratorio manual	h	496.254320	\$2.85	\$1,414.33	0.023

Razón social de la empresa

Representante legal: _____

Razón social de la empresa

Anexo
INSUMOS
 Hoja 3 de 3

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Explosión de recursos de obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
EQ-VOLTEO 7 M3CF	Costos fijos de Camión de volteo de 7 m3 de capacidad	h	850.620000	\$86.05	\$73,195.85	1.167
FS	Equipo de seguridad	Fac(MO)	0.030000	\$571,464.73	\$17,143.94	0.273
HM	Herramienta menor	Fac(MO)	0.030000	\$567,544.73	\$17,026.34	0.272
Suma de Maquinaria y equipo					\$1,773,928.48	28.294
Total de Listado de Recursos					\$6,269,667.73	100.000

Costos horarios

Anexo
C.H.
 Hoja 1 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

I. CARGOS FIJOS

I.1 Depreciación	$D = (Vm - Vr) / Ve$	=	\$409.46
I.2 Inversión	$Im = (Vm + Vr) i / (2Hea)$	=	\$91.73
I.3 Seguro	$Sm = (Vm + Vr) s / (2Hea)$	=	\$45.04
I.4 Mantenimiento	$Mn = Ko * D$	=	\$266.15
(1) Suma Cargos Fijos			\$812.38

II. CARGOS POR CONSUMO

II.1 Combustibles	$Co = Pc * Gh$	=	\$339.29
II.2 Otras Fuentes de Energía	$Che = cf * Pf$	=	\$0.00
II.3.1 Lubricante por uso	$Lb = Ah * Pal$	=	\$26.24
II.3.2 Lubricante por cambio de aceite	$= Pal * (C / t)$	=	\$0.00
II.4 Llantas	$N = Pn / Vn$	=	\$46.87
II.5 Piezas Especiales	$Ae = Pa / Va$	=	\$0.00
(2) Suma Cargos por Consumo			\$412.40

III. OPERACION

Clave	Categoría	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe
OPER MAQ PES	Operador de Maquinaria Pesada	jor	1.000000	\$701.33	\$701.33
III.1 OPERACION $Po = Sr / Ht$		\$701.33 / 8.00 =		\$87.67	
(3) Suma Costos por Salario de Operación				\$87.67	
COSTO DIRECTO POR HORA					\$1,312.45

Factor de salario real

Razón social de la empresa

Anexo

E-

Representante
legal:

Hoja 1 de 1

Procedimiento de:	Fecha de publicación:	Dependencia:	Licitación No.:
Descripción: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.			
Ubicación:			
Fecha de inicio:	Plazo de ejecución de los trabajos:	Fecha de término:	
Cálculo de factores: salario base de cotización y relación Tp / TI			
Días de percepción pagados al año			
DICAL	Días calendario ejercicio anual		365.00
DIAGI	Días de aguinaldo al año		15.00
PIVAC	Días por prima vacacional		1.50
Tp	Total de días realmente pagados en un año calendario		381.50
Días no trabajados al año			
DIDOM	Descanso semanal (domingos Art. 69 L.F.T.)		52.00
DIVAC	Días de vacaciones por año (Art. 76 L.F.T.)		6.00
DIFEO	Días festivos o descanso obligatorio (Art. 74 L.F.T.)		7.00
DIPEC	Días perdidos por condiciones de clima		1.00
DIPCO	Días por costumbre		3.00
DIPEN	Días por permisos y enfermedad no profesional		1.00
DISIN	Días por condiciones sindicales anuales		0.00
DINLA	Días no laborados al año		70.00
TI	Total de días realmente laborados al año (DICAL)-(DINLA)		295.00
FSBC	Factor de salario base de cotización Tp / DICAL (Jornada diurna 8 horas)		1.04521
Tp / TI	Factor de relación Tp / TI (Art. 160 RLOPSRM) (Jornada diurna 8 horas)		1.29322

Básico de cuadrillas

Razón social de la empresa

Anexo

CUADRILLAS

Hoja 1 de 8

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis básico

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Mano de Obra					
MO-CABO DE OF	Cabo de oficios	jor	0.100000	\$717.28	\$71.73
MO-PEÓN EN CONS	Peón en construcción	jor	1.000000	\$334.58	\$334.58
Importe de Mano de Obra					\$406.31
Maquinaria y equipo					
FS	Equipo de seguridad	Fac(MO)	0.030000	\$406.31	\$12.19
HM	Herramienta menor	Fac(MO)	0.030000	\$406.31	\$12.19
Importe de Maquinaria y equipo					\$24.38
Costo Directo					\$430.69

Análisis de precios unitarios

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 1 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis de Precio Unitario

1	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herramienta.	m2	2000.00
---	--	----	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-CAL	Calhidra	t	0.000200	\$1,163.00	\$0.23	6.05%
MA-PINT ESM	Pintura esmalte	l	0.001500	\$88.36	\$0.13	3.42%
MA-MADERA CIBRA	Madera de pino para cimbra	p.t.	0.050000	\$12.00	\$0.60	15.79%
Importe de Materiales					\$0.96	
Mano de Obra						
CUAD-TOP	1 Topógrafo + 2 cadeneros	jor	0.001500	\$1,345.60	\$2.02	53.16%
Importe de Mano de Obra					\$2.02	
Maquinaria y equipo						
EQ-EST-TOT	Estación total	hora	0.020000	\$41.18	\$0.82	21.58%
Importe de Maquinaria y equipo					\$0.82	
Costo directo					\$3.80	
Indirectos					21.00%	\$0.80
Subtotal					\$4.60	
Financiamiento					0.79%	\$0.04
Subtotal					\$4.64	
Utilidad					10.00%	\$0.46
Precio unitario					\$5.10	

CINCO PESOS 10/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 2 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Análisis de Precio Unitario

2 Corte con disco para perfilado de cepa; incluye: suministro de materiales, mano de obra, y todo el equipo necesario para su correcta ejecución. ml 4000.00

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-AGUA POT	Agua potable en los lugares donde no se tiene toma (incluye transporte)	m3	0.001000	\$95.53	\$0.10	1.81%
MA-DISCO DIAM	Disco de diamante para cortadora 305 mm (12").	pieza	0.000330	\$3,880.80	\$1.28	23.23%
Importe de Materiales						\$1.38
Maquinaria y equipo						
EQ-CORTADORA CONC	Cortadora de concreto (sin disco), 8 HP, 5.97 KW. Marca: Cipsa Modelo: CC-08K	hora	0.060000	\$68.87	\$4.13	74.95%
Importe de Maquinaria y equipo						\$4.13
Costo directo						\$5.51
Indirectos					21.00%	\$1.16
Subtotal						\$6.67
Financiamiento					0.79%	\$0.05
Subtotal						\$6.72
Utilidad					10.00%	\$0.67
Precio unitario						\$7.39

SIETE PESOS 39/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 3 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Análisis de Precio Unitario

3 Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo II, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales; la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. m2 2800.00

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Mano de Obra						
CUAD-001	Cuadrilla 1 (Cabo + 1 Peón en construcción)	jor	0.010000	\$430.69	\$4.31	10.93%
Importe de Mano de Obra						\$4.31
Maquinaria y equipo						
EQ-RETROEXCAV	Retroexcavadora CASE 580	hora	0.070000	\$501.77	\$35.12	89.07%
Importe de Maquinaria y equipo						\$35.12
Costo directo						\$39.43
Indirectos					21.00%	\$8.28
Subtotal						\$47.71
Financiamiento					0.79%	\$0.38
Subtotal						\$48.09
Utilidad					10.00%	\$4.81
Precio unitario						\$52.90

CINCUENTA Y DOS PESOS 90/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 4 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis de Precio Unitario

4	Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo III, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales, la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m3	4000.00
---	--	----	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Mano de Obra						
CUAD-001	Cuadrilla 1 (Cabo + 1 Peón en construcción)	jor	0.020000	\$430.69	\$8.61	1.38%
Importe de Mano de Obra						\$8.61
Maquinaria y equipo						
EQ-RETROEXC C/MART	Retroexcavadora CASE 580 con martillo	hora	1.000000	\$614.27	\$614.27	98.62%
Importe de Maquinaria y equipo						\$614.27
Costo directo						\$622.88
Indirectos						21.00%
Subtotal						\$753.68
Financiamiento						0.79%
Subtotal						\$759.63
Utilidad						10.00%
Precio unitario						\$835.59

OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 59/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 5 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis de Precio Unitario

5	Carga por medios mecánicos y acarreo en camión volteo de materiales producto de extracción de bancos, cortes, excavaciones, demoliciones, piedra, tala de árboles, materiales procesados u otros, al primer kilómetro, en zonas urbana, suburbana y carretera, el precio unitario incluye: los señalamientos y protección de seguridad, la mano de obra de apoyo, carga por medios mecánicos, el vehículo para el acarreo, descarga, retorno, incluidos los tiempos inactivo y activo en el ciclo, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m3	4000.00
---	--	----	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Maquinaria y equipo						
EQ-CARG FRONT 2.5 M3	Cargador frontal de ruedas de 2.5 m3 de capacidad 180 HP, 134.28 KW Marca: Caterpillar Modelo: 950-G	hora	0.025000	\$1,312.45	\$32.81	74.60%
EQ-VOLTEO 7 M3	Camión de volteo de 7 m3 de capacidad	hora	0.025000	\$446.97	\$11.17	25.40%
Importe de Maquinaria y equipo						\$43.98
Costo directo						\$43.98
Indirectos						21.00%
Subtotal						\$53.22
Financiamiento						0.79%
Subtotal						\$53.64
Utilidad						10.00%
Precio unitario						\$59.00

CINCUENTA Y NUEVE PESOS 00/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 6 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Análisis de Precio Unitario

6 Acarreo en camión, de material producto de la excavación, kilómetros subsecuentes, zona urbana (10 Km. promedio) m3-km 40000.00

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Maquinaria y equipo						
EQ-VOLTEO 7 M3	Camión de volteo de 7 m3 de capacidad	hora	0.018000	\$446.97	\$8.05	100.00%
	Importe de Maquinaria y equipo					\$8.05
	Costo directo					\$8.05
	Indirectos				21.00%	\$1.69
	Subtotal					\$9.74
	Financiamiento				0.79%	\$0.08
	Subtotal					\$9.82
	Utilidad				10.00%	\$0.98
	Precio unitario					\$10.80

DIEZ PESOS 80/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 7 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Análisis de Precio Unitario

7 Afine del fondo de la excavación con equipo manual para dar niveles de proyecto; incluye: mano de obra, herramienta y equipo m2 2000.00

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Mano de Obra						
CUAD-002	Cuadrilla 2 (Cabo + 1 Ayudante)	hor	0.020000	\$464.36	\$9.29	100.00%
	Importe de Mano de Obra					\$9.29
	Costo directo					\$9.29
	Indirectos				21.00%	\$1.95
	Subtotal					\$11.24
	Financiamiento				0.79%	\$0.09
	Subtotal					\$11.33
	Utilidad				10.00%	\$1.13
	Precio unitario					\$12.46

DOCE PESOS 46/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 8 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis de Precio Unitario

8	Camá de 10 Cm. de espesor con material de arena para asentar tubería de polietileno de alta densidad, ejecutado a mano, el precio unitario incluye: los materiales puestos en el sitio de los trabajos, desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, extendido, nivelación, compactación, retiro del material sobrante, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m2	2000.00
---	---	----	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-ARENA	Arena	m3	0.105000	\$215.52	\$22.63	28.05%
Importe de Materiales						\$22.63
Mano de Obra						
CUAD-002	Cuadrilla 2 (Cabo + 1 Ayudante)	jor	0.125000	\$464.36	\$58.05	71.95%
Importe de Mano de Obra						\$58.05
Costo directo						\$80.68
Indirectos						21.00%
Subtotal						\$97.62
Financiamiento						0.79%
Subtotal						\$98.39
Utilidad						10.00%
Precio unitario						\$108.23

CIENTO OCHO PESOS 23/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 9 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis de Precio Unitario

9	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) RD 32, 12 pulgadas de diámetro (30 Cm), incluye: el suministro de la tubería, acarreo de tubería hasta el equipo de termofusión, la maquinaria para el acarreo y colocación de tubería en la zanja, mano de obra y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	ml	2000.00
---	--	----	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-TUBO PAD 12" RD 32.5	Tubo de polietileno A.D. de 305 mm de diámetro RD -32.5.	m	1.030000	\$406.09	\$418.27	80.09%
Importe de Materiales						\$418.27
Mano de Obra						
CUAD-007	Cuadrilla 7 (Cabo + 1 Oficial tubero + 1 ayudante)	jor	0.050000	\$1,140.11	\$57.01	10.92%
Importe de Mano de Obra						\$57.01
Maquinaria y equipo						
EQ-EQ TERMOSUSIÓN	Equipo de termofusión para tubería de polietileno de 203 a 340 mm de diámetro. Incluye generador. Marca: Christie con carro alineador mas calentador mas aumentos.	hora	0.100000	\$469.37	\$46.94	8.99%
Importe de Maquinaria y equipo						\$46.94
Costo directo						\$522.22
Indirectos						21.00%
Subtotal						\$631.89
Financiamiento						0.79%
Subtotal						\$636.88
Utilidad						10.00%
Precio unitario						\$700.57

SETECIENTOS PESOS 57/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 10 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis de Precio Unitario

10	Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepetate o arenilla), 30 Cm arriba de lomo del tubo, colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	m3	1658.40
----	--	----	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-TEPETATE	Tepetate	m3	1.250000	\$180.00	\$225.00	72.24%
MA-AGUA POT	Agua potable en los lugares donde no se tiene toma (incluye transporte)	m3	0.200000	\$95.53	\$19.11	6.14%
Importe de Materiales						\$244.11
Mano de Obra						
CUAD-002	Cuadrilla 2 (Cabo + 1 Ayudante)	jor	0.125000	\$464.36	\$58.05	18.64%
Importe de Mano de Obra						\$58.05
Maquinaria y equipo						
EQ-RODILLO VIBR MAN	Rodillo vibratorio manual	hora	0.152300	\$61.02	\$9.29	2.98%
Importe de Maquinaria y equipo						\$9.29
Costo directo						\$311.45
Indirectos					21.00%	\$65.40
Subtotal						\$376.85
Financiamiento					0.79%	\$2.98
Subtotal						\$379.83
Utilidad					10.00%	\$37.98
Precio unitario						\$417.81

CUATROCIENTOS DIECISIETE PESOS 81/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 11 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , , ,		

Análisis de Precio Unitario

11	Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepetate o arenilla), colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	m3	1600.00
----	---	----	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-TEPETATE	Tepetate	m3	1.250000	\$180.00	\$225.00	72.24%
MA-AGUA POT	Agua potable en los lugares donde no se tiene toma (incluye transporte)	m3	0.200000	\$95.53	\$19.11	6.14%
Importe de Materiales						\$244.11
Mano de Obra						
CUAD-002	Cuadrilla 2 (Cabo + 1 Ayudante)	jor	0.125000	\$464.36	\$58.05	18.64%
Importe de Mano de Obra						\$58.05
Maquinaria y equipo						
EQ-RODILLO VIBR MAN	Rodillo vibratorio manual	hora	0.152300	\$61.02	\$9.29	2.98%
Importe de Maquinaria y equipo						\$9.29
Costo directo						\$311.45
Indirectos					21.00%	\$65.40
Subtotal						\$376.85
Financiamiento					0.79%	\$2.98
Subtotal						\$379.83
Utilidad					10.00%	\$37.98
Precio unitario						\$417.81

CUATROCIENTOS DIECISIETE PESOS 81/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 12 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:
Número de licitación:	Fecha de publicación:
Fecha de presentación de la propuesta:	
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.	
Ubicación:...	

Análisis de Precio Unitario

12	Base de grava controlada de 20 Cm de espesor, con grava de ¾" y tepetate compactada al 95 % de la prueba proctor; incluye: suministro de materiales, mano de obra, el agua necesaria y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	m ³	400,00
----	---	----------------	--------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-GRAVA CEM	Grava cementada controlada en planta	m3	1.255380	\$240.00	\$301.20	71.64%
MA-AGUA POT	Agua potable en los lugares donde no se tiene toma (incluye transporte)	m3	0.200000	\$95.53	\$19.11	4.54%
Importe de Materiales						\$320.40
Mano de Obra						
CUAD-002	Cuadrilla 2 (Cabo + 1 Ayudante)	jor	0.004000	\$464.36	\$1.86	0.44%
Importe de Mano de Obra						\$1.86
Maquinaria y equipo						
EQ-DUO PACTOR	Duo-pactor 10-30 ton. 105 HP, 78.33 KW. Marca : Seaman Gunnison Modelo : 10/30-RD-8	hora	0.032850	\$657.61	\$21.60	5.14%
EQ-COMPACT ROD LISO	Compactador rodillo liso y neumáticos 86 HP, 71.62 KW. Marca: Ingersoll Rand Modelo: SD-100	hora	0.032850	\$521.00	\$17.11	4.07%
EQ-MOTOC 165 HP	Motoconformadora 165 HP, 138.01 KW. Marca: Caterpillar Modelo: 140-HBR	hora	0.025550	\$956.31	\$24.43	5.81%
Importe de Maquinaria y equipo						\$63.14
Análisis básicos						
BN16BB	Carga mecánica y acarreo en camión, de material fino o granular, al primer kilometro, volumen medido en banco.	m3	1.000000	\$35.19	\$35.19	8.37%
Importe de Análisis básicos						\$35.19
Costo directo						\$420.59
Indirectos					21.00%	\$88.32
Subtotal						\$508.91
Financiamiento					0.79%	\$4.02
Subtotal						\$512.93
Utilidad					10.00%	\$51.29
Precio unitario						\$564.22

QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO PESOS 22/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 13 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:
Número de licitación:	Fecha de publicación:
Fecha de presentación de la propuesta:	
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.	
Ubicación: , , ,	

Análisis de Precio Unitario

13	Construcción de pozo de visita de 2.00 M de profundidad acabado común, el precio unitario incluye: el tabique rojo recocido, el concreto, el mortero, acero de refuerzo, escalones, brocal, tapa, madera; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, trazo, nivelación, fabricación y colocación del mortero y concreto, el tabique, aplanado interior, acabado pulido, el brocal, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	pza	45.00
----	--	-----	-------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-BROCAL/TAPA	Brocal y tapa para pozo de visita de concreto.	pieza	1.000000	\$1,000.00	\$1,000.00	13.94%
MA-VARILLA REF 3/8"	Varilla de refuerzo 9.5 mm (3/8") diámetro.	kg	5.350000	\$12.28	\$65.70	0.92%
MA-ALAMBRE REC	Alambre recocido.	kg	0.252000	\$14.18	\$3.57	0.05%
MA-MADERA CIMBRA	Madera de pino para cimbra	p.t.	7.384800	\$12.00	\$88.62	1.24%
MA-CLAVO	Clavo.	kg	0.357000	\$17.00	\$6.07	0.08%
MA-ESC FO FO	Escalón fo.fo. para pozo de visita.	pieza	4.000000	\$85.00	\$340.00	4.74%
MA-CEMENTO PORTLAND	Cemento Portland ordinario (CPO)	t	0.010000	\$2,400.00	\$24.00	0.33%
MA-TABIQUE RR	Tabique rojo recocido.	mil	0.780000	\$2,500.00	\$1,950.00	27.19%
MA-DIESEL	Diesel	l	0.220000	\$12.45	\$2.74	0.04%
Importe de Materiales						\$3,480.70
Mano de Obra						
CUAD-005	Cuadrilla 5 (Cabo + 1 oficial fierro + 1 Ayudante de fierro)	jor	0.025000	\$1,097.80	\$27.45	0.38%
CUAD-006	Cuadrilla 6 (Cabo + 1 oficial carpintero + 1 Ayudante de carpintero)	jor	0.135800	\$1,097.80	\$149.08	2.08%
CUAD-003	Cuadrilla 3 (Cabo + 1 Oficial albañil + 1 Ayudante)	jor	1.800000	\$1,097.80	\$1,976.04	27.56%
Importe de Mano de Obra						\$2,152.57
Análisis básicos						
F5*1B1	Concreto Fc = 150 kg/cm2, t.m.a. de 20 mm, resistencia normal.	m3	0.527700	\$1,381.22	\$728.87	10.16%
F2*A01	Mortero cemento-arena 1:3.	m3	0.001500	\$1,442.47	\$2.16	0.03%
F2*A02	Mortero cemento-arena 1:4.	m3	0.130000	\$1,210.41	\$157.35	2.19%
F2*A03	Mortero cemento-arena 1:5	m3	0.615160	\$1,055.73	\$649.44	9.06%
Importe de Análisis básicos						\$1,537.82
Costo directo						\$7,171.09
Indirectos						21.00%
Subtotal						\$8,677.02
Financiamiento						0.79%
Subtotal						\$8,745.57
Utilidad						10.00%
Precio unitario						\$9,620.13

NUEVE MIL SEISCIENTOS VEINTE PESOS 13/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 14 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Análisis de Precio Unitario

14 Riego de impregnación a base de emulsión asfáltica de rompimiento medio a razón de 1.80 litros por metro cuadrado. m2 2000.00

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-RIEGO DE IMPREGNACIÓN	Riego de impregnación	l	1.890000	\$10.00	\$18.90	97.57%
Importe de Materiales						\$18.90
Maquinaria y equipo						
EQ-PETROLIZADORA	Petrolizadora de 8000 lts. de capacidad montada sobre camión Chevrolet Kodiak, motor Caterpillar 268 HP, 199.93 KW Marca: Seaman Gunnison Modelo: 2000-SR	hora	0.000556	\$853.38	\$0.47	2.43%
Importe de Maquinaria y equipo						\$0.47
Costo directo						\$19.37
Indirectos					21.00%	\$4.07
Subtotal						\$23.44
Financiamiento					0.79%	\$0.19
Subtotal						\$23.63
Utilidad					10.00%	\$2.36
Precio unitario						\$25.99

VEINTICINCO PESOS 99/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 15 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Análisis de Precio Unitario

15 Riego de liga con emulsión asfáltica rompimiento rápido a razón de 0.75 litros por metro cuadrado. m2 2000.00

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-RIEGO DE LIGA	Riego de liga	l	0.790000	\$10.00	\$7.90	97.29%
Importe de Materiales						\$7.90
Maquinaria y equipo						
EQ-PETROLIZADORA	Petrolizadora de 8000 lts. de capacidad montada sobre camión Chevrolet Kodiak, motor Caterpillar 268 HP, 199.93 KW Marca: Seaman Gunnison Modelo: 2000-SR	hora	0.000252	\$853.38	\$0.22	2.71%
Importe de Maquinaria y equipo						\$0.22
Costo directo						\$8.12
Indirectos					21.00%	\$1.71
Subtotal						\$9.83
Financiamiento					0.79%	\$0.08
Subtotal						\$9.91
Utilidad					10.00%	\$0.99
Precio unitario						\$10.90

DIEZ PESOS 90/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 16 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: ..		

Análisis de Precio Unitario

16	Carpeta de concreto asfáltico de 5 Cm de espesor compactos, incluye: el concreto asfáltico elaborado en planta, tendido y compactación al 90% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, desperdicios, señalamientos y protecciones; la mano de obra de apoyo requerida en la maquinaria, para el tendido y compactación, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m ²	2000.00
----	---	----------------	---------

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-MEZCLA ASF	Concreto asfáltico 9.52 mm (3/8") con cemento asfáltico AC-20 (L.A.B. en planta).	t	0.114700	\$1,300.00	\$149.11	93.66%
	Importe de Materiales					\$149.11
Mano de Obra						
CUAD-002	Cuadrilla 2 (Cabo + 1 Ayudante)	jor	0.003000	\$464.36	\$1.39	0.87%
	Importe de Mano de Obra					\$1.39
Maquinaria y equipo						
EQ-VOLTEO 7 M3	Camión de volteo de 7 m3 de capacidad	hora	0.001310	\$446.97	\$0.59	0.37%
EQ-DUO FACTOR	Duo-pactor 10-30 ton. 105 HP, 78.33 KW.Marca : Seaman GunnisonModelo : 10/30-RD-8	hora	0.002010	\$657.61	\$1.32	0.83%
EQ-COMPACT ROD LISO	Compactador rodillo liso y neumáticos 96 HP, 71.82 KW.Marca: Ingersoll RandModelo: SD-100	hora	0.002010	\$521.00	\$1.05	0.66%
EQ-COMPACT TAMBOR LISO	Compactador de tambor liso de 7.2 lts. 107 HP, 79.82 KW.Marca: CaterpillarModelo: CS433CBR	hora	0.002010	\$592.32	\$1.19	0.75%
EQ-PAVIMENTADORA 110 HP	Pavimentadora de 2.44 m. de longitud 110 HP, 82.06 KW.Marca: Pro-PavModelo: 780WB	hora	0.003190	\$1,427.75	\$4.55	2.86%
	Importe de Maquinaria y equipo					\$8.70
	Costo directo					\$159.20
	Indirectos				21.00%	\$33.43
	Subtotal					\$192.63
	Financiamiento				0.79%	\$1.52
	Subtotal					\$194.15
	Utilidad				10.00%	\$19.42
	Precio unitario					\$213.57

DOSCIENTOS TRECE PESOS 57/100 M.N.

Razón social de la empresa

Anexo

P.U.

Hoja 17 de 17

Procedimiento de:	Dependencia:	
Número de licitación:	Fecha de publicación:	Fecha de presentación de la propuesta:
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.		
Ubicación: , ,		

Análisis de Precio Unitario

17 Limpieza de obra, incluye: suministro de materiales, mano de obra, acarrees fuera de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m2 2000.00

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
Materiales						
MA-AGUA POT	Agua potable en los lugares donde no se tiene toma (incluye transporte)	m3	0.100000	\$95.53	\$9.55	52.10%
	Importe de Materiales					\$9.55
Mano de Obra						
CUAD-001	Cuadrilla 1 (Cabo + 1 Peón en construcción)	jor	0.010000	\$430.69	\$4.31	23.51%
	Importe de Mano de Obra					\$4.31
Maquinaria y equipo						
EQ-VOLTEO 7 M3	Camión de volteo de 7 m3 de capacidad	hora	0.010000	\$446.97	\$4.47	24.39%
	Importe de Maquinaria y equipo					\$4.47
	Costo directo					\$18.33
	Indirectos				21.00%	\$3.85
	Subtotal					\$22.18
	Financiamiento				0.79%	\$0.18
	Subtotal					\$22.36
	Utilidad				10.00%	\$2.24
	Precio unitario					\$24.60

VEINTICUATRO PESOS 60/100 M.N.

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Razón social de la empresa

Anexo
PRESUPUESTO
O
Hoja 1 de 3

Procedimiento de:	Dependencia:
Número de licitación:	Fecha de publicación:
Fecha de presentación de la propuesta:	
Descripción de los trabajos: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.	
Ubicación: , ,	

Presupuesto							
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Precio en Letra	Importe	
OBRA							
1	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herramienta.	m2	2,000.0000	\$5.10	CINCO PESOS 10/100 M.N.	\$10,200.00	
2	Corte con disco para perfilado de cepa, incluye: suministro de materiales, mano de obra, y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	ml	4,000.0000	\$7.39	SIETE PESOS 39/100 M.N.	\$29,560.00	
3	Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo II, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales; la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m2	2,800.0000	\$52.90	CINCIENTA Y DOS PESOS 90/100 M.N.	\$148,120.00	
4	Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo III, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales; la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m3	4,000.0000	\$835.59	OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 59/100 M.N.	\$3,342,360.00	
5	Carga por medios mecánicos y acarreo en camión volteo de materiales producto de extracción de bancos, cortes, excavaciones, demoliciones, piedra, tala de árboles, materiales procesados u otros, al primer kilómetro, en zonas urbana, suburbana y carretera, el precio unitario incluye: los señalamientos y protección de seguridad, la mano de obra de apoyo, carga por medios mecánicos, el vehículo para el acarreo, descarga, retorno, incluidos los tiempos inactivo y activo en el ciclo, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m3	4,000.0000	\$59.00	CINCIENTA Y NUEVE PESOS 00/100 M.N.	\$236,000.00	
6	Acarreo en camión, de material producto de la excavación, kilómetros subsecuentes, zona urbana (10 Km. promedio).	m3-km	40,000.0000	\$10.80	DIEZ PESOS 80/100 M.N.	\$432,000.00	
7	Afine del fondo de la excavación con equipo manual para dar niveles de proyecto, incluye: mano de obra, herramienta y equipo	m2	2,000.0000	\$12.46	DOCE PESOS 46/100 M.N.	\$24,920.00	
8	Cama de 10 Cm. de espesor con material de arena para asentar tubería de polietileno de alta densidad, ejecutado a mano, el precio unitario incluye: los materiales puestos en el sitio de los trabajos, desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, extendido, nivelación, compactación, retiro del material sobrante, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m2	2,000.0000	\$108.23	CIENTO OCHO PESOS 23/100 M.N.	\$216,460.00	
9	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) RD 32, 12 pulgadas de diámetro (30 Cm). incluye: el suministro de la tubería, acarreo de tubería hasta el equipo de termofusión, la maquinaria para el acarreo y colocación de tubería en la zanja, mano de obra y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	ml	2,000.0000	\$700.57	SETECIENTOS PESOS 57/100 M.N.	\$1,401,140.00	
10	Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepate o arenilla), 30 Cm arriba de lomo del tubo, colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	m3	1,658.4000	\$417.81	CUATROCIENTOS DIECISIETE PESOS 81/100 M.N.	\$692,896.10	
11	Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepate o arenilla), colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	m3	1,600.0000	\$417.81	CUATROCIENTOS DIECISIETE PESOS 81/100 M.N.	\$668,496.00	
12	Base de grava controlada de 20 Cm de espesor, con grava de 1/4" y tepate compactada al 95 % de la prueba proctor; incluye: suministro de materiales, mano de obra, el agua necesaria y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	m3	400.0000	\$564.22	QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO PESOS 22/100 M.N.	\$225,688.00	
13	Construcción de pozo de visita de 2.00 M de profundidad acabado común, el precio unitario incluye: el tabique rojo cocido, el concreto, el mortero, acero de refuerzo, escalones, brocal, tapa, madera; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, trazo, nivelación, fabricación y colocación del mortero y concreto, el tabique, aplinado interior, acabado pulido, el brocal, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	pza	45.0000	\$9,620.13	NUEVE MIL SEISCIENTOS VEINTE PESOS 13/100 M.N.	\$432,905.85	
14	Riego de impregnación a base de emulsión asfáltica de rompimiento medio a razón de 1.80 litros por metro cuadrado.	m2	2,000.0000	\$25.99	VEINTICINCO PESOS 99/100 M.N.	\$51,980.00	
15	Riego de liga con emulsión asfáltica rompimiento rápido a razón de 0.75 litros por metro cuadrado.	m2	2,000.0000	\$10.90	DIEZ PESOS 90/100 M.N.	\$21,800.00	

16	Carpeta de concreto asfáltico de 5 Cm de espesor compactos, incluye: el concreto asfáltico elaborado en planta, tendido y compactación al 90% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, desperdicios, señalamientos y protecciones; la mano de obra de apoyo requerida en la maquinaria, para el tendido y compactación, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m2	2,000,0000	\$213.57 DOSCIENTOS TRECE PESOS 57/100 M.N.	\$427,140.00	
17	Limpieza de obra, incluye: suministro de materiales, mano de obra, acarreo fuera de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	2,000,0000	\$24.60 VEINTICUATRO PESOS 60/100 M.N.	\$49,200.00	
		Importe de OBRA			\$8,410,865.95	
					Subtotal	\$8,410,865.95
					Impuesto al Valor Agregado	16.00%
					Importe Total del Presupuesto	\$9,756,604.50
NUEVE MILLONES SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS CUATRO PESOS 50/100 M.N.						

Razón social de la empresa

Anexo

PROGRAMA

Hoja 1 de 3

Procedimiento de:	Fecha de licitación:	Dependencia:	No. de licitación:						
Descripción: DRENAJE CON TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.									
Ubicación: ...									
Fecha de inicio: 01/03/2016	Plazo de ejecución de los trabajos: 184 días naturales	Fecha de término: 31/08/2016	Fecha de presentación de la propuesta:						
Programa de erogaciones de la ejecución general de los trabajos conforme al catálogo de conceptos, calendarizado y cuantificado.									
Clave	Descripción	Unidad	mar2016	abr2016	may2016	jun2016	jul2016	ago2016	Totales
OBRA									
1	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herramienta.	m2	\$10,200.00 100.000 %						\$10,200.00 100.000 %
2	Corte con disco para perfilado de oepa; incluye: suministro de materiales, mano de obra, y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	m1	\$29,560.00 100.000 %						\$29,560.00 100.000 %
3	Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo II, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales; la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m2	\$59,248.00 40.000 %	\$74,060.00 50.000 %	\$14,812.00 10.000 %				\$148,120.00 100.000 %
4	Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo III, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales; la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m3	\$943,725.20 28.235 %	\$1,179,856.47 35.294 %	\$1,218,978.33 36.471 %				\$3,342,560.00 100.000 %
5	Carga por medios mecánicos y acarreo en camión volteo de materiales producto de extracción de bancos, cortes, excavaciones, demoliciones, piedra, tala de árboles, materiales procesados u otros, al primer kilómetro, en zonas urbana, suburbana y carretera, el precio unitario incluye: los señalamientos y protección de seguridad, la mano de obra de apoyo, carga por medios mecánicos, el vehículo para el acarreo, descarga, retorno, incluidos los tiempos inactivo y activo en el ciclo, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m3	\$66,635.29 28.235 %	\$83,294.12 35.294 %	\$86,070.59 36.471 %				\$236,000.00 100.000 %
6	Acarreo en camión, de material producto de la excavación, kilómetros subsecuentes, zona urbana (10 Km. promedio).	m3-km	\$121,976.47 28.235 %	\$152,470.59 35.294 %	\$157,552.94 36.471 %				\$432,000.00 100.000 %
7	Afine del fondo de la excavación con equipo manual para dar niveles de proyecto; incluye: mano de obra, herramienta y equipo	m2	\$6,500.87 26.087 %	\$8,126.09 32.809 %	\$8,398.96 33.696 %		\$1,866.08 7.609 %		\$24,920.00 100.000 %
8	Cama de 10 Cm. de espesor con material de arena para asentar tubería de polietileno de alta densidad, ejecutado a mano, el precio unitario incluye: los materiales puestos en el sitio de los trabajos, desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, extendido, nivelación, compactación, retiro del material sobrante, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m2		\$71,360.44 32.967 %	\$73,739.12 34.066 %	\$71,360.44 32.967 %			\$216,460.00 100.000 %
9	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) RD 32, 12 pulgadas de diámetro (30 Cm), incluye: el suministro de la tubería, acarreo de tubería hasta el equipo de termofusión, la maquinaria para el acarreo y colocación de tubería en la zanja, mano de obra y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	m1		\$461,914.31 32.967 %	\$477,311.44 34.066 %	\$461,914.25 32.967 %			\$1,401,140.00 100.000 %
10	Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepalcate o arenilla), 30 Cm arriba de lomo del tubo, colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	m3		\$158,161.06 22.826 %	\$233,475.86 33.696 %	\$225,944.38 32.609 %	\$75,314.60 10.870 %		\$692,896.10 100.000 %
11	Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepalcate o arenilla), colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	m3		\$152,591.48 22.826 %	\$225,254.07 33.696 %	\$217,987.81 32.609 %	\$72,662.64 10.870 %		\$668,496.00 100.000 %
12	Base de grava controlada de 20 Cm de espesor, con grava de ¾" y tepalcate compactada al 95 % de la prueba proctor, incluye: suministro de materiales, mano de obra, el agua necesaria y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	m3					\$225,988.00 100.000 %		\$225,988.00 100.000 %
13	Construcción de pozo de visita de 2.00 M de profundidad acabado común, el precio unitario incluye: el tabique rojo cocido, el concreto, el mortero, acero de refuerzo, escalones, brocal, tapa, madera; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, trazo, nivelación, fabricación y colocación del mortero y concreto, el tabique, aplanado interior, acabado pulido, el brocal, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	pza	\$32,939.32 7.809 %	\$145,870.03 33.696 %	\$141,164.83 32.609 %	\$112,931.67 26.087 %			\$432,905.85 100.000 %
14	Riego de impregnación a base de emulsión asfáltica de rompimiento medio a razón de 1.80 litros por metro cuadrado.	m2						\$51,980.00 100.000 %	\$51,980.00 100.000 %
15	Riego de liga con emulsión asfáltica rompimiento rápido a razón de 0.75 litros por metro cuadrado.	m2						\$21,800.00 100.000 %	\$21,800.00 100.000 %
16	Carpeta de concreto asfáltico de 5 Cm de espesor compactos, incluye: el concreto asfáltico elaborado en planta, tendido y compactación al 90% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, desperdicios, señalamientos y protecciones; la mano de obra de apoyo requerida en la maquinaria, para el tendido y compactación, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	m2						\$427,140.00 100.000 %	\$427,140.00 100.000 %
17	Limpieza de obra, incluye: suministro de materiales, mano de obra, acarreos fuera de obra, y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2						\$49,200.00 100.000 %	\$49,200.00 100.000 %
	Total del Reporte		\$1,237,845.83	\$2,374,573.88	\$2,641,461.34	\$1,120,267.79	\$486,597.11	\$650,120.00	\$8,410,885.95
	Acumulado del Reporte		\$1,237,845.83	\$3,612,419.71	\$6,253,881.05	\$7,374,148.84	\$7,860,745.95	\$8,410,865.95	\$8,410,865.95
	% Absoluto		14.717 %	28.232 %	31.405 %	13.319 %	5.785 %	8.541 %	100.000 %
	% Absoluto Acumulado		14.717 %	42.949 %	74.355 %	87.674 %	93.459 %	100.000 %	

CAPÍTULO V

PRESUPUESTO

Conceptos de obra

Para la ejecución de trabajos referentes a obras de drenaje siempre será importante tener bien definido el proyecto ejecutivo, debido a que, para cualquier tipo de obra llegue a buen término, es muy importante tener bien identificados los conceptos a ejecutar dentro de la misma, también es necesario tener todos y cada uno de los estudios y permisos requeridos para el desarrollo de la obra, como pueden ser: levantamientos topográficos, estudios de impacto ambiental, social, costo- beneficio, urbano, así como contar con las licencias y/o permisos de construcción (si es que se necesita) y de cualquier permiso que se requiera de instancia local o federal.

Con el proyecto ejecutivo autorizado para construcción, se procede a realizar los generadores de la obra los cuales se van a cuantificar o medir tomando en cuenta las condiciones específicas solicitadas y teniendo en consideración las especificaciones generales y particulares de construcción, en este caso que nos ocupa serán las especificaciones referentes a drenajes, terracerías y pavimentos.

De la revisión y cuantificación del proyecto ejecutivo se determina el catálogo de conceptos de obra a ejecutar el cual se puede desglosar en partidas y subpartidas o simplemente en conceptos de obra; de los cuales se hace una breve descripción y posteriormente se presentara el catálogo con la especificación y características definidas de cada uno de ellos:

Trazo y nivelación, dentro de este concepto tenemos el levantamiento topográfico, el cual es muy necesario para este tipo de obras, ya que de este trabajo depende que el drenaje tenga un buen funcionamiento, dado que la pendiente a la que va a quedar la tubería juega un papel importante, debido a que, si la pendiente es la correcta, el agua se desplazara hacia su destino final que puede ser una planta de tratamiento o la conexión a otra tubería de mayor diámetro.

Corte con disco, este trabajo se ejecuta posterior al trazo del eje de la trayectoria del drenaje, considerando el ancho necesario para el alojamiento del tubo y la maniobra del personal obrero para su colocación del mismo, para lo cual se requiere equipo mecánico o eléctrico para realizar esta actividad.

Excavación, en esta actividad se pueden llegar a tener diferentes tipos de material a excavar y dependiendo de esto, los costos se llegan a elevar considerablemente, debido a que los tiempos de ejecución de una excavación en material suave es más rápida en comparación con los tiempos que se requieren para una excavación en material tipo III o roca y por consiguiente su costo es mayor.

Carga y acarreo, dentro de esta actividad se divide en dos conceptos de obra, uno de ellos es la carga y acarreo primer kilómetro y el otro es acarreo kilómetros subsecuentes; para estos trabajos es muy importante definirle al contratista encargado de ejecutarlos, los bancos autorizados para estos tiros, debido a que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales o la Dependencia local encargada del medio ambiente puede aplicar sanciones tanto al contratista como al cliente o Dependencia por no utilizar los bancos de tiro autorizados.

Afine del fondo de la excavación, para la realización de este afine es necesario que los niveles del fondo de la excavación se vayan verificando continuamente con los que señala el proyecto, ya verificados con el equipo de topografía, se procede a ir nivelando y compactando con material mejorado el fondo de la excavación, teniendo la previsión de dejar el espesor que le corresponde a la cama de material donde se alojará la tubería.

Cama de arena, tepetate o tezontle, para este concepto es necesario que el proyecto señale el tipo de material a utilizar, el cual preferentemente debe ser de los bancos que hay en la región, ya que utilizar un material donde el banco esté demasiado lejos implica elevar el costo de la obra en cuanto a incrementos por flete de acarreo, además se debe de especificar el espesor que tendrá dicha cama de arena, misma que deberá quedar en los espesores indicados en proyecto y con los niveles señalados en el mismo.

Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad, en esta actividad se debe de acordar con el proveedor las fechas de entrega para el suministro de la tubería, tomando en consideración que a veces el fabricante se encuentra saturado de pedidos y es necesario prever los tiempos en que se suministrará y aunado a esto hay que considerar que después del suministro hay que termofusionar (pegar) la tubería y que también se lleva tiempo en esta actividad, puesto que, para la realización de este concepto, se deben de perfilar los extremos de la tubería que se va a termofusionar, de tal manera que al unirlos queden exactamente acoplados, ya habiendo quedado acoplados se colocan los extremos al comal eléctrico del equipo de termofusión para ser calentados por medio de comales eléctricos y posteriormente de determinado tiempo de calentamiento unirlos por medio de gatos hidráulicos, cabe aclarar que todos estos trabajos de recorte de tubo, calentamiento y unión se hacen con la misma maquinaria de termofusión. Dentro de este concepto se debe de considerar todo el equipo a utilizar así como los insumos necesarios para su correcta ejecución.

Pozos de visita.- este tipo de registros pueden construirse de concreto armado y con tabique rojo recocido, para este tipo de drenaje se utilizaron los dos tipos, debido a que en las márgenes de la barranca fue necesario por seguridad utilizar registros de concreto armado de 20 cm. de espesor, debido a las avenidas de agua que se presentan en la época de lluvias y de tabique rojo con muros de 28 cm. en calles y andadores de la zona industrial, las alturas de los registros de tabique varían de 2.00 m. a 3.00 m. de profundidad y los de concreto de 1.50 m. a 2.00 m. de profundidad, es importante aclarar que los dos tipos de registros llevan su media caña tal y como lo marcan las normas de drenaje, aunque para este trabajo de tesis se utilizó el de tabique.

Acostillado de tubo.- para este trabajo, se utilizó material de banco en específico tepetate o arenilla, los cuales son producto del corte y cribado de las gravas calizas de los bancos que se ubican en el municipio de Jiutepec Morelos, aproximadamente a una distancia de 6.00 km. Este tipo de arenilla es de muy fácil manejo para su colocación y compactación ya que se compone de arenas y materiales finos que actúan como cementante y que al mezclarlos con el agua en su humedad óptima alcanzan compactaciones cercanas al 100 % de la prueba Proctor de igual manera el tepetate, también se colocan espesores de 20 cm. de arenilla o tepetate arriba de lomo de tubo el cual también se compacta con equipo mecánico al porcentaje requerido por el proyecto, para este tipo de trabajos es muy importante incluir los acarreo con personal hasta el lugar de utilización del relleno, por lo que esta mano de obra también se debe de incluir en el precio unitario con el de la mano de obra de relleno y compactación.

Relleno de cepa.- en este relleno se puede utilizar cualquier material de banco que sea compactable, como puede ser arenilla, tepetate, balastre, tepetate mezclado con material arcilloso para que se pueda compactar; para este trabajo es necesario revisar las especificaciones que señala el catálogo, debido a que se debe de colocar el solicitado en el mismo, a menos que por las condiciones climatológicas no se pueda utilizar el de catálogo, ya que en tiempos de lluvias el tepetate sufre severos daños en cuanto a su plasticidad, debido a que si se satura de agua se empiezan a formar baches y es necesario reemplazarlo por material nuevo, por lo que se puede sugerir al cliente o la Dependencia que autorice el cambio de material a utilizar y este puede ser con tezontle y tepetate en proporción de 85-15 % respectivamente para que se puedan trabajar en las compactaciones con el equipo mecánico sin que se formen baches y se pueda lograr la compactación requerida.

Base con material mejorado.- para este concepto de catálogo es necesario utilizar grava controlada, la cual se hace con grava de $\frac{3}{4}$ " y material arcilloso como puede ser arenilla o tepetate en la proporción que indique el proyecto, esta conformación se hace porque

esta base es el soporte de la pavimentación que se tendrá posteriormente, por lo cual es necesario que se mezcle bien y la compactación se haga al porcentaje solicitado en el proyecto ejecutivo, cabe mencionar que todos los rellenos y la base deben de contener el agua óptima para que la compactación dé los porcentajes que se indican en el proyecto, los cuales varían de 90% hasta 95% de la prueba Proctor.

Pavimentación.- esta superficie de rodamiento se puede realizar utilizando mezcla asfáltica elaborada en caliente o concreto hidráulico de resistencia de $f'c = 200$ a 250 kg/cm^2 , en el caso de utilizar concreto asfáltico, se deben de hacer trabajos preliminares como son la colocación de riego de impregnación de la base con emulsión asfáltica de rompimiento medio a razón de 1.8 l/m^2 , la cual hay que dejar que la base se impregne por lo que se requiere darle tiempo a veces de 24 horas o si hace muy buen sol con 4 a 6 horas es suficiente para que quede bien impregnada.

Posteriormente se hace el riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido a razón de 0.75 l/m^2 y tan pronto se hace el riego de liga se procede a cubrirlo con mezcla asfáltica (manteo) para poder iniciar con el tendido de la mezcla asfáltica con el equipo mecánico, esto se hace para proteger el riego de liga por el paso de las llantas de los camiones que se utilizan en el tendido de la mezcla asfáltica y después de tender la mezcla asfáltica con el equipo se checan temperaturas para iniciar con la compactación de la misma, se sugiere que la compactación se haga a 80 grados centígrados, dado que la temperatura de la mezcla que llega a obra normalmente viene de 120 a 130 grados centígrados, por eso es necesario dejarla enfriar después de que se tiende.

En caso de utilizarse concreto hidráulico hay que prever la cimbra a utilizar y como se va a utilizar, ya que algunas dependencias o clientes prefieren que el colado se haga continuo y posteriormente cortar con equipo mecánico y disco conforme se indique el trazo de corte, para iniciar el colado es necesario que la base este bien humedecida antes de colocar el concreto, ya que si esto no se hace, la base tiende a absorber la humedad del concreto colocado y éste empieza a sufrir agrietamientos en su acabado y puede llegar a provocar un mal acabado con su consecuente falla estructural posteriormente.

Para esta obra que nos ocupa, la pavimentación que se utilizó fue con mezcla asfáltica debido a que las calles de la Zona Industrial de CIVAC, se encuentran pavimentadas con mezcla asfáltica.

Limpieza general de obra.- Este concepto se realiza cuando la obra está completamente terminada, procediendo a realizar una limpieza de material ya sea producto de excavación, demolición, relleno, mezclas que ya no sean susceptibles de utilizar o cualquier otro tipo de material que no pueda ser utilizado para construcción, de tal manera que la trayectoria que tiene la línea del drenaje, como pueden ser calles y avenidas o tramos marginales de barranca deben estar completamente limpios para la entrega recepción de los trabajos encomendados.

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, Incluye materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herr.	M2	2000.00	\$ 5.10	\$ 10,200.00
Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo II, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales; la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M3	2,800.00	\$ 52.90	\$ 148,120.00

Excavaciones por medios mecánicos de 0.00 a 2.00 M. de profundidad, en terreno seco, en material tipo III, con extracción al nivel del terreno natural, el precio unitario incluye: el suministro de los materiales en la parte proporcional que le corresponda para las señales; la mano de obra para el apoyo en las operaciones mecánicas, afine de taludes, limpieza, la maquinaria, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M3	4,000.00	\$ 835.59	\$ 3,342,360.00
Carga por medios mecánicos y acarreo en camión volteo de materiales producto de extracción de bancos, cortes, excavaciones, demoliciones, piedra, tala de árboles, materiales procesados u otros, al primer kilómetro, en zonas urbana, suburbana y carretera, el precio unitario incluye: los señalamientos y protección de seguridad, la mano de obra de apoyo, carga por medios mecánicos, el vehículo para el acarreo, descarga, retorno, incluidos los tiempos inactivo y activo en el ciclo, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M3	4,000.00	\$ 59.00	\$ 236,000.00
Acarreo en camión, de material producto de la excavación, kilómetros subsecuentes, zona urbana (10 Km. promedio).	M3-KM	40,000.00	\$ 10.80	\$ 432,000.00
Afine del fondo de la excavación con equipo manual para dar niveles de proyecto; incluye: mano de obra, herramienta y equipo	M2	2,000.00	\$ 12.46	\$ 24,920.00
Cama de 10 Cm. de espesor con material de arena, tezontle o grava, para asentar tubería de polietileno de alta densidad, ejecutado a mano, el precio unitario incluye: los materiales puestos en el sitio de los trabajos, desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, extendido, nivelación, compactación, retiro del material sobrante, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	2,000.00	\$108.23	\$ 216,460.00
Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD), 12 pulgadas de diámetro (30 Cm), incluye: el suministro de la tubería, acarreo de tubería hasta el equipo de termofusión, la maquinaria para el acarreo y colocación de tubería en la zanja, mano de obra y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	ML	2,000.00	\$700.57	\$ 1,401,140.00
Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepetate o arenilla), 30 cm arriba de lomo del tubo, colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	M3	1,658.40	\$417.81	\$ 692,896.10
Relleno de zanjas para tubería, con material de banco (tepetate o arenilla), colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90 % próctor, previa la incorporación del agua necesaria.	M3	1,600.00	\$417.81	\$ 668,496.00
Base de grava controlada de 20 cm de espesor, con grava de ¾" y tepetate compactada al 95 % de la prueba proctor; incluye: suministro de materiales, mano de obra, el agua necesaria y todo	M3	400.00	\$564.22	\$ 225,688.00

el equipo necesario para su correcta ejecución.				
Construcción de pozo de visita de 2.00 M de profundidad acabado común, el precio unitario incluye: el tabique rojo recocido, el concreto, el mortero, acero de refuerzo, escalones, brocal, tapa, madera; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y vertical, trazo, nivelación, fabricación y colocación del mortero y concreto, el tabique, aplanado interior, acabado pulido, el brocal, limpieza, la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	45.00	\$9620.13	\$ 432,905.85
Corte con disco para perfilado de cepa; incluye: suministro de materiales, mano de obra, y todo el equipo necesario para su correcta ejecución.	ML	4,000.00	\$ 7.39	\$ 29,560.00
Riego de impregnación a base de emulsión asfáltica de rompimiento medio a razón de 1.80 litros por metro cuadrado.	M2	2,000.00	\$ 25.99	\$ 51,980.00
Riego de liga con emulsión asfáltica rompimiento rápido a razón de 0.75 litros por metro cuadrado.	M2	2,000.00	\$ 10.90	\$ 21,800.00
Carpeta de concreto asfáltico de 5 Cm de espesor compactos, incluye: el concreto asfáltico elaborado en planta, tendido y compactación al 90% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, desperdicios, señalamientos y protecciones; la mano de obra de apoyo requerida en la maquinaria, para el tendido y compactación, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	2,000.00	\$213.57	\$ 427,140.00
Limpieza de obra, incluye: suministro de materiales, mano de obra, acarreos fuera de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	2,000.00	\$ 24.60	\$ 49,200.00
TOTAL				\$ 8,410,865.95

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Evaluación de la obra

De las actividades realizadas después de concluir cualquier obra, se debe hacer un balance general de todo el proceso constructivo de la obra, dentro del cual se debe de visualizar el desempeño de la empresa contratista prestadora del servicio durante la ejecución de los trabajos, por lo que se debe de hacer un análisis puntual de ciertos objetivos alcanzados, en cuanto a calidad, eficiencia, economía, rapidez y una parte muy importante en cuanto a la seguridad e higiene que se llevó a cabo con su personal durante la ejecución de los trabajos, tomando en consideración desde su trazo hasta la puesta en marcha del drenaje; por lo que se debe de hacer una serie de conclusiones, considerando los beneficios obtenidos y los errores cometidos durante la ejecución de los trabajos; por lo que es necesario llevar un control interno de la ejecución de la obra, tanto de la administración de la misma, así como de la administración central (oficinas), tomando en consideración los gastos generados en la ejecución de la obra así como también el personal utilizado en la realización de la misma.

Este análisis resulta bastante bueno, ya que de éste se determina o evalúa en que actividad se torna crítica la obra y en qué aspectos hay que reforzar o implementar acciones para eficientar los recursos humanos y económicos para futuras obras no solo de este tipo sino de cualquier obra que se nos presente en un futuro cercano y no tener los contratiempos que se hayan presentado en obras anteriores, para que, tanto el personal de campo como el de oficinas prevean estas situaciones y tratar de mejorar en su desarrollo técnicas requeridas para la realización de cualquier tipo de obra.

Otro aspecto que hay que considerar para la realización de futuras obras ya sea de drenaje o alguna otra que se desarrolle en la vía pública, es el aspecto social, ya que la sociedad juega un papel muy importante en la realización de estas obras de infraestructura urbana, debido a que la gente se tiene que sensibilizar en este tipo de trabajos, dado que se da en algunas comunidades que las personas oponen resistencia para la realización de estas acciones y habrá que concientizarlos en cuanto a que se tendrá un poco de incomodidad para el paso tanto peatonal como vehicular, pero que a futuro se tendrá una obra la cual se hace para su beneficio y disfrute de ellos mismos, haciéndoles ver las ventajas que se tendrán con la realización de las mismas, que en nuestro caso sería que, las descargas de su domicilio se llevarán a un lugar donde se tratarán esas aguas residuales y esas mismas aguas se reutilizarán ya sea para sistemas de riego dentro de áreas verdes de la misma comunidad o para riego agrícola en caso de ser zona rural.

De tal forma que esta agua ya tratada se le pueda dar un uso y así informarles que se evitarán, en el caso de que se esté tirando el agua residual superficialmente, la cantidad de enfermedades que se evitan ellos y todos los de la comunidad que se verá beneficiada, además de la incomodidad de estar respirando los malos olores que genera un agua sucia; si se están arrojando a letrina o fosa séptica, se les debe informar que estas aguas generan contaminación al subsuelo y a las aguas freáticas de las cuales nos abastecemos para el uso cotidiano de la población, generando enfermedades gastrointestinales por el uso de agua contaminada en la población misma. Para la evaluación general de cualquier obra civil se deben considerar los criterios basados en economía, eficacia y eficiencia.

A continuación se hace una serie de indicaciones en caso de requerirse, conforme a la evaluación que se determine durante la ejecución de la obra aplicando los siguientes criterios:

Economía, es cuando la obra se ejecuta con un costo de ejecución acorde a los precios del mercado, cumpliendo con el nivel óptimo de calidad requerido y esperado, tomando

en cuenta la calidad, la norma solicitada para este tipo de trabajos y que sus costos de operación sean los idóneos para esta infraestructura.

Eficacia, que se atiende con la mayor rapidez la ejecución de los trabajos considerando que los tiempos muertos sean mínimos, se eviten problemas de interrupciones, retrasos y puesta en operación, así como la elección de los procedimientos a utilizar para el desarrollo de los trabajos, por lo cual es muy importante que el personal encargado de la obra cuente con la experiencia y capacidad técnica para llevar los trabajos a buen término, esto no quiere decir que no se puede tener personal técnico sin experiencia, es ahí donde estriba que el personal que no tenga la experiencia técnica adecuada en estos trabajos, se apoyen con la persona experimentada para que vayan tomando la experiencia y capacidad que las condiciones de obra requieran para la realización de estos trabajos.

Eficiencia, criterio que se determina del costo de los trabajos en relación con el beneficio que se obtendrá, determinada por el cumplimiento de los objetivos y actividades programadas con el costo mínimo asignado realizándolo en el menor tiempo posible, optimizando los recursos, que se traduce en las mejores opciones de procedimientos y el uso racional de los recursos con que se cuenta para desarrollar los trabajos, que permitan lograr los objetivos en las mejores condiciones tanto técnicas como económicas, es la relación de costo – beneficio en la combinación de los resultados de la economía y la eficacia.

por lo anterior, a continuación se relacionan una serie de conclusiones y recomendaciones que resultaron de la ejecución de la obra para este drenaje en cuestión.

CONCLUSIONES

Dentro de los trabajos de la obra realizada se revisa la calidad, la cual debe de cumplir con lo indicado en el proyecto ejecutivo, de tal manera que, debe ser ejecutado conforme se señala en planos y especificaciones generales y particulares descritos para tal fin, por lo tanto se debe de cumplir con la calidad en materiales, los cuales deben ser los que se solicitan conforme a la normatividad y especificación señalada; en cuanto a la mano de obra esta debe ser la idónea para la ejecución de estos trabajos, para lo cual se deben de utilizar los técnicos especialistas para la termofusión de la tubería con la experiencia necesaria para suministrar los tramos de tubo con las medidas requeridas y con la calidad especificada, de tal manera que la tubería no se desprege de las uniones por donde se termofusionaron, el equipo a utilizar debe ser el indicado para poder mover y termofusionar tubería de hasta 36 pulgadas, los cuales deben ser considerados dentro de las bases de licitación o invitación; así como también respetados dentro de la propuesta del licitante ganador del concurso.

En cuanto a la eficiencia, se debe de considerar que tan eficiente fue la empresa contratista al ejecutar los trabajos, dentro de los cuales se observó que los recursos se fueron empleando conforme lo solicitaba la obra, de tal manera que los trabajos se fueron ejecutando conforme al programa de obra previsto y con la liquidez económica necesaria para la correcta ejecución del proyecto.

En cuanto lo económico, se debe de revisar que los materiales, equipo y herramienta estuvieron dentro de los costos considerados en la propuesta de licitación o invitación de tal manera que no hubo incrementos que afectaran algún ajuste de costos dentro del contrato de obra.

La obra se ejecutó en menor tiempo al considerado dentro del programa de la licitación, debido a que este sistema de tubería ahorra tiempos de ejecución, dado que los tramos de colocación de tubería de polietileno son longitudes grandes con respecto a otros tipos de tuberías, por lo que las obras son más rápidas y seguras con la tubería de polietileno de alta densidad.

En cuanto a seguridad e higiene, siempre se tuvo la previsión de que el personal técnico como obrero contarán con el equipo de seguridad necesario para la ejecución de los trabajos; por otra parte, se contó con sanitarios para las necesidades fisiológicas de las personas de obra, así como con el suministro de agua potable para el consumo de los mismos.

Dentro de las actividades que se llevaron a cabo durante la ejecución de los trabajos de construcción de la línea de drenaje, se pudo observar durante su ejecución que este tipo de tubería utilizada, genera mayores beneficios al constructor debido a que el manejo y maniobrabilidad de la tubería ayudan a reducir en cierta manera los tiempos de colocación, costos en algunos y por consiguiente su avance dentro del programa de obra se hace más rápido y eficaz.

Por otro lado, este tipo de tubería utilizada crea una seguridad al usuario de que no va a existir alguna fuga durante la línea del drenaje por el sistema empleado de termofusión, ya que toda la tubería prácticamente se vuelve una sola, con excepción de los pozos o registros en donde se conectaron las descargas industriales y municipales, en caso de existir descargas directamente a la tubería, se cuenta con accesorios de polietileno que se pueden adaptar y/o acoplar para que la tubería de descarga conectada a la red no presente problemas en cuanto a que se pueda presentar alguna fuga, por lo que es muy importante solicitar al proveedor la asesoría en cuanto a conexiones y sistemas de acoplamiento que se puedan requerir para optimizar y eficientar cualquier sistema de drenaje.

Su facilidad de instalación crea procesos rápidos de construcción, debido a que el tiempo máximo para que una cepa esté abierta estará en función del avance del equipo mecánico encargado de terminarla, ya que estando excavada la cepa y con los niveles revisados conforme al proyecto, se pueden bajar tramos de tubo ya termofusionado hasta de más de 100 metros de longitud en un periodo de tiempo de 2.00 horas aproximadamente, utilizando el equipo mecánico y el personal idóneo para colocarlo dentro de la cepa.

La tubería se puede adaptar a radios de curvatura que fuesen necesarios de requerir en obra por su elasticidad que presenta sin perder sus propiedades físicas, de uso y de operación para lo que fue diseñada.

Su costo es un poco más elevado con respecto a las tuberías convencionales de concreto pero tiene una durabilidad de más del doble que dichas tuberías, debido que el concreto se erosiona en la parte inferior interna de la tubería, provocando fugas al subsuelo.

La tubería de polietileno de alta densidad por sus características internas no permite que se generen azolves en su interior debido a que su coeficiente de rugosidad es casi nulo, por lo cual su interior está completamente liso y esto no permite que se vaya acumulando residuos que a la larga impliquen taponamientos en alguna sección de la tubería.

RECOMENDACIONES

Esta tubería es adaptable a los tipos de suelo donde se coloque, únicamente cuidando que no se tengan aristas de roca que puedan desgarrar la tubería a la hora de maniobrar con ella, aunque la tubería de polietileno es muy resistente se debe de tener la precaución durante su manejo y colocación.

Este tipo de tubería representa por sus características físicas y químicas la mejor opción para su uso en aguas residuales agresivas como pueden ser del tipo industrial residual y en suelos con constantes movimientos permisibles para que la tubería de polietileno de alta densidad pueda trabajar normalmente sin que pueda llegar a la ruptura como con otras tuberías.

No requiere de mantenimiento debido a los movimientos diferenciales de tierra o sismos, ya que su flexibilidad garantizan movimientos tales que no permiten que se trueque o reviente en alguno de sus tramos.

Es resistente al intemperismo natural, únicamente hay que protegerla de los rayos del sol o el calor directo, dado que, la tubería con calor tiende a expandirse, pero si se cubre bien con cualquier material que no permita que el calor llegue directo a la tubería, ésta trabajará en condiciones óptimas.

Es resistente a cualquier acción mecánica, es decir, si por error o descuido algún equipo mecánico durante trabajos de excavación la llegue a tocar el jalón debe ser muy fuerte para que la dañe, de lo contrario opondrá resistencia al desgarre y ese lapso de tiempo es suficiente para que el operador se dé cuenta de la existencia de la tubería de polietileno y tener el cuidado de revisar y en su caso proteger la línea de drenaje, lo cual no sucede con el concreto simple o armado, ya que tiende a fracturarse y por consiguiente a provocar fuga de agua residual.

Al termofusionarse debe supervisarse que las puntas de las tuberías estén perfectamente lisas y que se acoplen, de tal manera que al unirse se observe completamente hermética la unión de las dos tuberías.

Es importante cuando se coloque tubería de polietileno de forma superficial, debe de protegerse de los rayos solares con algún material que no transmita calor a la tubería, para lo cual se puede usar encasquillamiento de mampostería de piedra, covintec o algún otro material que no transmita calor directo a la tubería, por lo que los registros se construirán después de haber aislado la tubería, ya que de no hacerlo, el movimiento de la tubería puede perjudicar los registros o pozos de visita si se expone directamente a los rayos solares.

Cuando la tubería de polietileno es utilizada en forma aérea, es decir que va soportada mediante alguna estructura de acero, es recomendable utilizar juntas de dilatación, las cuales hacen la función de un acordeón para absorber los movimientos horizontales que se producen en la tubería por la elongación debida a los rayos solares.

Cuando se ejecutan drenajes con este tipo de tubería, siempre es recomendable visualizar las áreas disponibles para maniobras dentro del desarrollo del proyecto, debido a que es necesario contar con un buen espacio para los movimientos que hay que realizar para los trabajos de termofusión de la tubería y para los maniobras y arrastre de ésta hasta el sitio de colocación.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de instalación de tuberías de PEAD.- **REVINCA**

Manual de agua potable , alcantarillado y saneamiento.- **Comisión Nacional del Agua**

Manual de alcantarillado.- **Secretaria de Comunicaciones y Transportes**

Manual de tuberías.- **Extru Pack**

Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas

Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas