



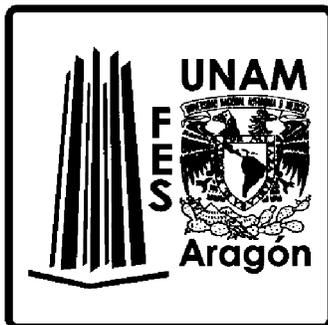
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

Í PROPOSTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA
LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA
CENTRAL DE ABASTO DE LA CIUDAD DE MÉXICOÍ

DESARROLLO DE UN CASO
PRÁCTICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :
VERÓNICA CHEPE LÓPEZ



ASESOR:
M. EN I. MARTÍN ORTIZ LEÓN

MÉXICO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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 mi Madre.

Por ser la razón principal por la cual llegue a este día, por tu apoyo incondicional, por creer en mí, por alentarme día con día a salir adelante, por tus débelos, por tus sacrificios, nunca te diste por vencida por eso y más...

GRACIAS. Este logro es más tuyo que mío.

A Dios.

Por darme salud principalmente, fortaleza y sabiduría para hacer frente a las circunstancias que se me presentan día a día.

A mis Lupitas:

Por acompañarme en cada momento tanto bueno como malo nunca me han dejado sola, siempre me guían en cada paso que doy. “Que a pesar de que la vida no te permitió estar físicamente conmigo en estos momentos, siempre te tengo presente.”

A mi Asesor.

Por transmitirme sus conocimientos, por el empeño y compromiso que le da a su vocación, por el apoyo y tiempo brindado en la realización de este trabajo.

A mis Profesores.

Por el apoyo, conocimientos y consejos recibidos, por su paciencia, pero principalmente por ponerse la camiseta para formar buenos Ing. Civiles.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	3
Problemática que da origen al Proyecto.....	3
Propuesta de Solución.	9
CAPÍTULO II. MARCO FÍSICO.....	10
II.1 Características de la Central de Abasto de la Ciudad de México.....	10
II.2 Ubicación.....	13
II.3 Vías de acceso.....	16
II.4 Datos climatológicos de la zona.....	17
CAPÍTULO III. DATOS BÁSICOS DE PROYECTO.....	18
III.1 Capacidad y Modulación de Equipos de Proyecto:	18
III.2 Equipos.....	18
III.3 Fontanería.....	19
III.4 Cálculo y Selección de Equipos.....	20
CAPÍTULO IV. TRABAJOS DE CAMPO.....	28
IV.1. ¿Qué es el CUS?	28
IV. 2. Procedimiento ante el CUS.....	29
IV. 3. Recorridos de Obra.....	30
CAPÍTULO V. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LA NUEVA RED DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTO.....	34
V.1. Descripción del Procedimiento Constructivo.....	34
V.1.1. Instalación de Tubería de Agua Potable a Cielo Abierto.....	34

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

V.1.2. Instalación de Tubería de Agua Potable con el Método de Perforación Horizontal Direccional.....	51
V.1.3. Soportería en la Zona de Frutas y Legumbres y Abarrotes.....	57
V.1.4. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 1ª y 2ª Etapa- Frutas y Legumbres.	60
V.1.5. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 3ª Etapa- Flores y Hortalizas, Envases vacíos y Bodegas de Transferencia.....	76
V.1.6. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 4ª Etapa- Abarrotes.	80
V.1.7. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 5ª Etapa- Zona Norte.....	81
V.2. Especificaciones de Materiales.....	83
V.2.1. Especificaciones de Materiales para la Instalación de Tubería de Agua Potable a Cielo Abierto.....	83
V.2.2. Maquinaria, Equipo Adicional y Complementos para realizar la Perforación Direccional.....	107
V.2.3. Maquinaria y Equipo Adicional para realizar la Perforación Direccional utilizado en la Central de Abasto de la Ciudad de México.....	112
V.2.4. Especificaciones de la Tubería de Polietileno de Alta Densidad Valtic.	117
V.2.5. Justificación para el cruce de las líneas de Agua Potable en zona de estacionamiento protegidas con tope.	119
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	120
VI.1. Conclusiones.....	120
VI.2. Recomendaciones.	121
BIBLIOGRAFÍA	122
ÍNDICE DE IMÁGENES	III
APÉNDICE INFORMATIVO Í AÎ	VIII
APÉNDICE INFORMATIVO Í BÎ	IX

INTRODUCCIÓN

La Central de Abasto, con 3,700 bodegas y locales comerciales, dentro de un espacio de 150 hectáreas cercadas y en un área total de 327 hectáreas, más de 11 kilómetros de pasillos en los que se encuentran productores y mayoristas de diversos ramos desde Frutas y Legumbres, Verduras, Flores y Hortalizas, Aves y Cárnicos, Pescados y Mariscos, Cremerías, Dulcerías, Abarrotes, Granos y Semillas, Productos enlatados, Materias primas y productos de limpieza y un sin número más de productos especializados; la Central de Abasto de la Ciudad de México es el Centro de alimentos más grande del mundo.

El contenido de este trabajo está enfocado a la propuesta de un proceso constructivo para la red de abastecimiento de agua potable de la central de abasto en el Distrito Federal, con la finalidad de resolver la problemática que la aqueja desde hace tiempo.

La Central de Abasto de la Ciudad de México (CEDA), tiene una serie de problemas relacionados con el suministro de agua potable, ya que no cuenta con las instalaciones necesarias para tener al alcance este recurso de manera eficiente.

Por tal motivo se está llevando a cabo toda una reestructuración del sistema de abastecimiento de agua potable en relación a la CEDA.

Una de las primeras acciones es la Introducción de la Nueva Red de Abastecimiento de Agua Potable en la Central de Abasto de la Ciudad de México (Tema que se tratará en este trabajo), a fin de mejorar el servicio de distribución y abastecimiento. En segundo término se rehabilitarán, mejorarán y adecuarán las plantas de bombeo, a fin de contar con una mayor potencia de bombeo, así como tener disponible la cantidad de agua necesaria para cubrir las necesidades de los más de 5 mil comerciantes del centro de alimentos más importante del país y el más grande del mundo.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), considera como estrategia llevar a cabo la restructuración sectorizando la CEDA, a fin de tener el control total de la entrada y salida del agua destinada únicamente para La Central de Abasto de la Ciudad de México; lo anterior, es primordial para un justo cobro por la infraestructura requerida para el suministro del recurso.

Un tema que fue necesario considerar previamente al presente trabajo es la sectorización de redes de agua potable, mismo que se fundamenta en la regulación de zonas por medio de válvulas, medidores y seccionamientos de líneas de transferencia para asegurar la hermeticidad de cada sector construido.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

Problemática que da origen al Proyecto.

La Central de Abasto de la Ciudad de México (CEDA), inaugurada el 22 de noviembre de 1982, desde sus orígenes arrastra una serie de problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable. Ya que esta no tiene las instalaciones necesarias para acceder de manera eficiente a este recurso natural.

La CEDA cuenta con una red de distribución de agua potable la cual, por sus deterioradas condiciones (tiene más de 30 años de vida útil), y lo deficiente de las instalaciones, mantiene prácticamente sin agua a los más de 3,700 locales que la conforman; esta red se encuentra instalada en las celdas de cimentación, lo que dificulta los trabajos de mantenimiento los cuales prácticamente son nulos, siendo la principal causa de su deterioro. En el subsuelo de la Ciudad de México en el área de la CEDA, el nivel freático es muy superficial por lo que las celdas de cimentación se encuentran parcialmente inundadas.

Otro factor de relevancia, que imposibilita el mantenimiento, es la presencia de roedores de grandes dimensiones, se han encontrado búhos, murciélagos, víboras, entre otros, atraídos todos por la gran acumulación de desperdicios de comida. En las celdas se concentran olores y gases, que hacen riesgoso introducirse en las mismas y que impiden los trabajos de mantenimiento.

Cabe mencionar, que en las celdas de cimentación también se ubican las instalaciones de drenaje y energía eléctrica. A la par de las acciones de mejora de la red de abastecimiento de agua potable, también se están reubicando las de energía eléctrica. Ambas por vía aérea.

Entre las causas principales de la problemática podemos mencionar, que la capacidad de los equipos de bombeo es insuficiente para que el agua pueda acceder a todas las tomas de la red, asimismo, que la configuración de la red de abastecimiento de agua potable no permite abastecer a todos los sitios de la

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

central en los que se requiere del líquido. Cabe mencionar, que algunos locales cuentan con su toma de agua potable independiente y una toma por nave, sin embargo no resulta suficiente para abastecer la demanda de los miles de locatarios. Quienes no cuentan con el abasto de agua o es insuficiente, la tienen que acarrear o almacenar en tambos.

El sistema de suministro de agua para los servicios de la Central de Abastos está constituido por una línea de conducción, dos cisternas de almacenamiento, dos plantas de bombeo (una planta por cisterna) y la red de distribución local. El tiempo de vida de las instalaciones (más de treinta años), el incremento de consumidores y la variación climática, son causas de que en la actualidad el sistema no cumpla con las necesidades de los usuarios. Como resultado del proyecto hidráulico que se ha realizado, se requiere que las plantas de bombeo, en su conjunto, tengan la capacidad para enviar un caudal nominal de 158.46 l.p.s. a la red de distribución.

Como una alternativa para mitigar el desabasto sufrido durante muchos años, y como una solución complementaria a la red de distribución existente, el agua se hace llegar hasta los consumidores a través de carros tanque, que la trasladan desde las plantas de bombeo hasta las diferentes aéreas que conforman este gigantesco complejo comercial.

El servicio de sanitarios públicos es abastecido a partir de un tinaco donde almacenan el poco recurso que tienen a su alcance. El complejo comercial cuenta con 12 naves, y cada una de ellas cuenta en promedio con 3 sanitarios. Considerando que la central de abasto es una ciudad dentro de la ciudad más grande del mundo y que más de 300 mil personas acuden a ésta cada día (compradores, transportistas y trabajadores), se puede entender el tamaño de la demanda, cuya oferta es insuficiente hasta para el indispensable servicio de los sanitarios.

Los sanitarios se encuentran disponibles para los millares de visitantes hasta en tanto no se agote el agua almacenada, lo que ocurre regularmente entre las 11:00 y las 12:00 hrs.

Como solución a esta problemática, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), consideró la sectorización de la red de distribución de agua potable de la Central de Abasto, para lo cual encargó dichos trabajos a la empresa TECSA-IACMEX, tomando en cuenta que con los arreglos considerados se podrá tener control total de los volúmenes de entrada y salida del agua suministrada, así mismo hacer un cobro acorde al volumen entregado y proporcionar un mejor servicio a los usuarios.

¿Qué es la Sectorización de redes de agua potable?

Consiste en la delimitación hidráulica de las redes de distribución secundaria de agua potable, mediante la instalación de válvulas de seccionamiento colocadas estratégicamente, a fin de ejercer mayor control operativo de parámetros como la presión, la continuidad y calidad del agua distribuida, para hacer un reparto más equitativo e incrementar los niveles de servicio. Lo anterior, hará posible la reducción del número de fugas debido al equilibrio de las cargas de servicio, también permitirá el aislamiento de los circuitos para realizar una reparación más oportuna en caso de rupturas de las tuberías, así como llevar a cabo un programa de control de agua no facturada, principal objetivo del proyecto.

Se entiende por red secundaria a la tubería que existe en cada calle de la ciudad donde se ofrece el servicio de agua potable y que tiene conexiones domiciliarias; generalmente es tubería de abastecimiento de agua potable con diámetros menores a 20". En base a lo anterior, consideraremos como red primaria aquellas tuberías que no cuentan con conexiones domiciliarias intermedias y cuyos diámetros son iguales o mayores a 20".

Los proyectos de sectorización delimitan distritos pitométricos a través de sitios de control, cuyo objetivo principal es el de cuantificar los volúmenes suministrados y consumidos así como regular presiones, para ofrecer un mejor servicio de agua potable. Las dimensiones de cada distrito, dependen de la topografía y de las zonas de influencia de tanques y pozos.

Para conocer los gastos y presiones de entrega, se construyen sitios de medición y control unidos a las tuberías de abastecimiento, los cuales a través de un sistema de transmisión a distancia (Telemetría), miden los volúmenes aportados y regulan presión hidráulica en cada distrito.

La sectorización de la red secundaria de distribución permite controlar las presiones en las líneas de distribución y gracias a esto obtener un ahorro por la disminución de fugas, además ofrece otras ventajas entre las que se encuentran: posibilidad de implementar el control activo de fugas en una forma eficiente y obtener información sobre la cantidad de agua que se no se cobra en cada uno de los sectores; en general, permite un mejor control sobre el sistema al proporcionar un mejor entendimiento del comportamiento del agua en el mismo.

El objetivo del proyecto de la sectorización es mejorar el control sobre la red hidráulica, específicamente:

- Control de presión.
- Medir la cantidad de agua que se fuga de la red.
- Eliminación de fugas.
- Obtención de balances hidrométricos, que consisten en medir y analizar volúmenes de agua por unidad de tiempo para conocer la eficiencia de la distribución.

Integración de un sistema de transmisión a distancia (Telemetría).

El objetivo de integrar la telemetría en la sectorización, es conocer en un Puesto Central la información generada en los diversos sitios de medición y control

remotos, de tal manera que dicha información se obtenga y se adecúe a las necesidades en tiempo real.

De esta manera se está en posibilidad de conocer y controlar la presión y el gasto, adecuar políticas de operación y realizar cierres parciales o totales de válvulas, facilitando la toma de decisiones y la generación de reportes.

Esta transferencia de información se realiza mediante una Unidad Terminal Remota (UTR) instalada en cada sitio de medición y control, la cual, por medio de una antena UHF (Ultra HighFrequency = su principal ventaja es su onda corta provocada por la alta frecuencia, excelente para sistemas de transmisión), envía y recibe la información del Puesto Central, figura I.1. Esta antena debe instalarse sobre un poste cuya ubicación esté alejada de objetos que puedan interferir la señal como pueden ser postes de energía eléctrica, de alumbrado público, etc.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

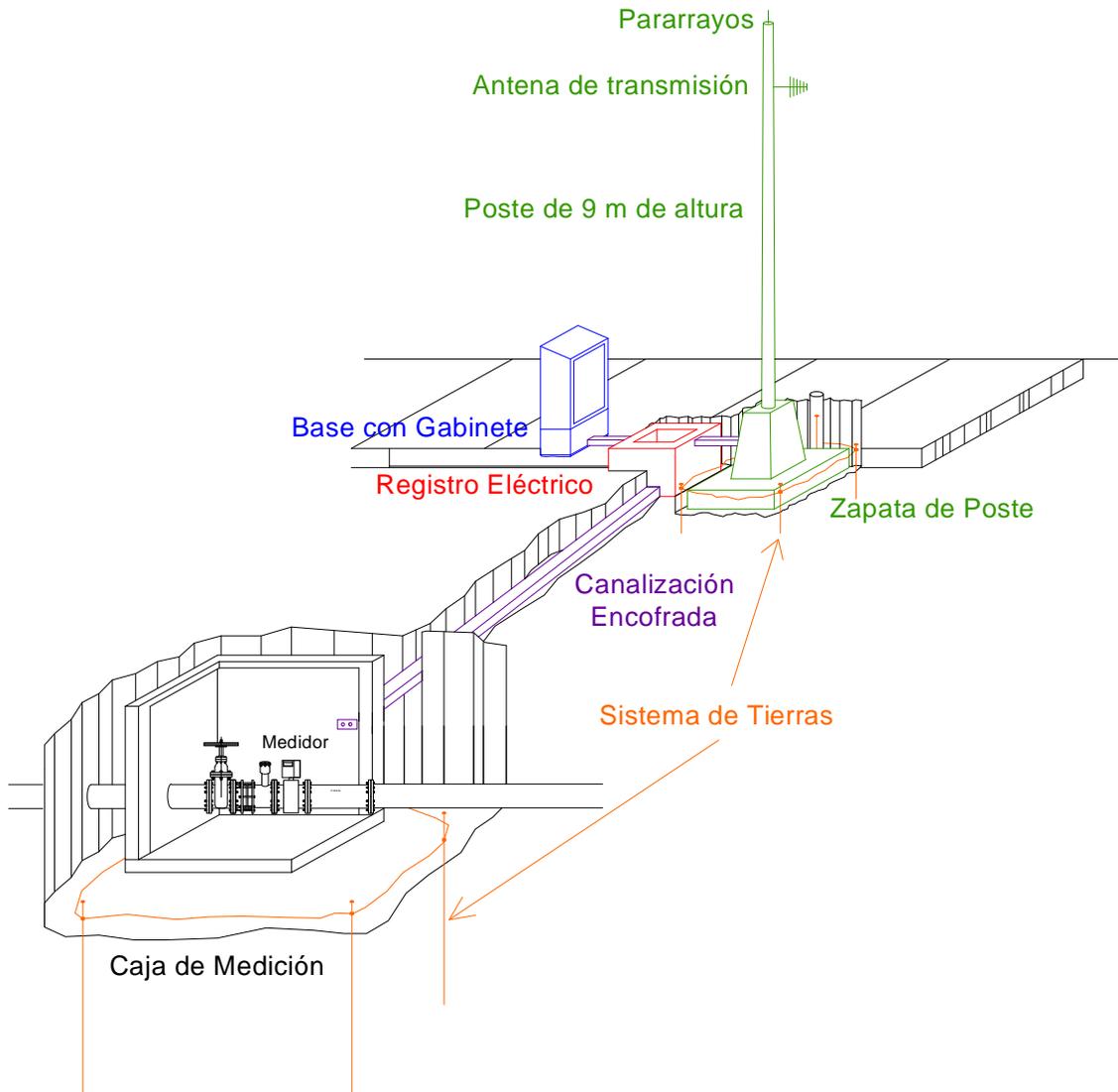


Figura I.1. Esquema general de un sitio de medición. Cortesía de IACMEX/TECSA. 2014.

Beneficios en la Operación. Es posible incrementar la presión de trabajo de la red primaria sin afectar la presión con que opera la red secundaria, esto permite mover mayores cantidades de agua en la red primaria sin incrementar la cantidad de agua que se pierde por fugas en la red secundaria.

En la Planeación. Con el uso adecuado de los modelos de simulación es posible proyectar la infraestructura requerida para satisfacer las nuevas demandas del crecimiento de la red.

En Prevención. Con los modelos mencionados es posible proyectar infraestructuras para prevención de catástrofes. Se puede prevenir para falta de agua y para controlar la calidad del agua.

Propuesta de Solución.

En el segundo semestre de 2013 el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), puso en marcha un proyecto para modernizar integralmente el sistema hidráulico de la Central de Abasto (CEDA), en funciones desde 1982, asignando a TECSA la instalación de 13,000 metros de tubería.

En una primera etapa se plantea la instalación de nuevas tuberías para alimentar las naves de Abarrotes y Víveres, así como las de Frutas y Legumbres, donde se ubican casi 3 mil locales comerciales. La red ha funcionado 24 horas al día por más de 30 años, presentado ahora un alto índice de fugas. El deterioro de la actual red y la obligación de no interrumpir el suministro, plantean los siguientes retos al desarrollo del proyecto:

Construcción de nueva red. A diferencia de los 1,500 kilómetros de tubería sustituidos desde 1997, TECSA- IACMEX está construyendo, por primera vez, una nueva red secundaria de agua potable con un trazo distinto al de la red existente. En este caso particular, se trata de la colocación de un tendido aéreo y superficial sobre las losas de las azoteas de la CEDA.

La construcción de la nueva red de agua potable y su interconexión con la red existente, es sólo una de las fases de un proyecto que inició a fines del 2012 con la actualización del padrón de usuarios y que habrá de continuar con la remodelación de los sistemas de bombeo de agua potable para, finalmente, conectar las tomas y los medidores a la nueva red. Todas estas actividades han sido desarrolladas por TECSA-IACMEX y está previsto concluir las en diciembre del 2015.

CAPÍTULO II. MARCO FÍSICO.

II.1 Características de la Central de Abasto de la Ciudad de México.

La Central de Abasto de la Ciudad de México (CEDA) fue inaugurada el 22 de noviembre de 1982 por el presidente José López Portillo.

El proyecto fue concebido por el arquitecto Abraham Zabludovsky, quien la diseñó como una figura hexagonal, ligeramente deformada cuyo eje central mide 2 mil 250 metros. En los extremos del eje se localizan las entradas y salidas.



Figura II. 1. Delimitación geométrica de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Google Earth. 2014 / IACMEX/TECSA 2014.

Sus antecedentes se remontan a la antigua Merced que presentaba problemas de intermediarismo excesivo, infraestructura comercial insuficiente, falta de locales para el desarrollo de la actividad comercial, etc.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Considerada como la obra más importante de esa década. La Central de Abasto se distribuye en un área total de 327 hectáreas y es el centro mayorista más grande del mundo, con un volumen de alimentos y productos básicos de 30 mil toneladas y con capacidad de almacenaje para 122 mil toneladas, transportadas diariamente por 52 mil vehículos de todos los tonelajes. La afluencia diaria de visitantes, en su mayoría comerciantes, es de 300 mil diarios, atendidos por unos 70 mil empleados en diversas actividades.

Estando conformada por 12 naves, ocho de ellas (I-L, K-L, M-N, O-P, Q-R, S-T, U-V, W-X) pertenecientes al área de mayor extensión frutas y legumbres, a cada nave la constituyen cuatro naves unidas por pasillos, contando así con cinco pasillos. Las cuatro restantes (A-B, C-D, E-F, G-H) a la zona de abarrotes y víveres, siendo estas cuatro de menor dimensión en comparación a las anteriores ya que se encuentran formadas por dos naves y tres pasillos.



Figura II.2. Fotografía aérea de las Naves de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Página oficial de FICEDA. 2014 / IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

La Ceda se divide en diferentes zonas, la mayor de ellas como se menciono anteriormente es la de frutas y legumbres, con 1881 bodegas, seguida de la zona de abarrotes y víveres, con 338 bodegas, a los cuales se agregan 1489 locales comerciales, que prácticamente cubren todas las necesidades comerciales de una ciudad, los más comunes son los bancos, las ferreterías, de ropa, restaurantes, lavanderías, estéticas, etc. Como zonas auxiliares se tiene el Mercado de Productores o Subasta que en 10.6 hectáreas y con capacidad para 624 es la zona de mayoreo para los productores que desean vender a los propietarios de las bodegas; las 96 Bodegas de Transferencia, que sirven como puntos de almacenamiento para los bodegueros de la Ceda, donde pueden almacenar temporalmente sus productos mientras logran obtener un espacio en sus propias bodegas. Como se observa en la Fotografía aérea de naves y área de Subasta.



Figura II.3. Fotografía aérea de las Naves y área de Subasta de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Página oficial de FICEDA. 2014 / IACMEX/TECSA 2014.

El Mercado de Aves y Cárnicos, en sus 3 hectáreas con 111 bodegas, el Mercado de Envases Vacíos, en sus 1.7 hectáreas con 359 lotes, constituye el punto de servicio más importante para la misma Ceda, ya que en éstos se concentra el comercio de cajas de madera, papel y plástico para los diferentes productos. Es importante hacer notar que esta zona es usada para el reciclaje de

miles de cajas, sobre todo de madera y de plástico, lo que contribuye a la ecología de la ciudad y el país; el Mercado de Flores y Hortalizas, con 16 hectáreas es una zona de venta directa entre productor y minorista.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

La Delegación Iztapalapa se encuentra al oriente del Distrito Federal, tiene una extensión de 116.67 km², 7.5 % de la superficie del D.F. y su altura sobre el nivel del mar es de 2240 m. Colinda: al norte con la Delegación Iztacalco, al sur con las Delegaciones Xochimilco y Tláhuac, al oriente con el Estado de México.

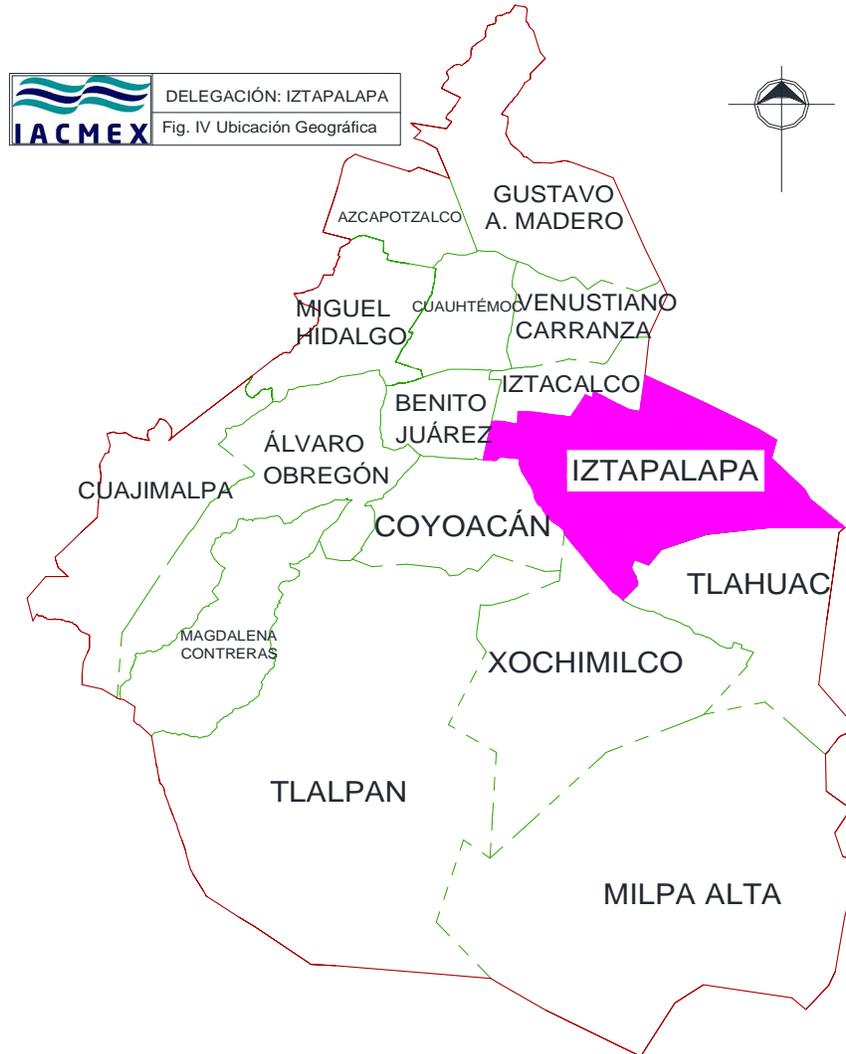


Figura II. 5. Ubicación y fronteras de La Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Con dirección Canal de Río Churubusco S/N Esq. Canal de Apatlaco Col. Central de Abastos. C.P. 09040 Delegación Iztapalapa. México Distrito Federal.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Está delimitada por las avenidas Eje 5 Sur Leyes de Reforma, Eje 6 Sur Trabajadoras Sociales, Eje 5 Oriente. Lic. Javier Rojo Gómez y el Eje 4 Oriente. Canal Río Churubusco, cerca de las estaciones Apatlaco y Aculco de la Línea 8 del metro; de Apatlaco parten los autobuses para la Ceda; a su vez, a su paradero poniente llegan 27 rutas de transporte colectivo concesionado, una de trolebús, cinco de la RTP, mientras que al paradero oriente llegan 4 rutas de transporte concesionado, provenientes de varias zonas de la ciudad de México.

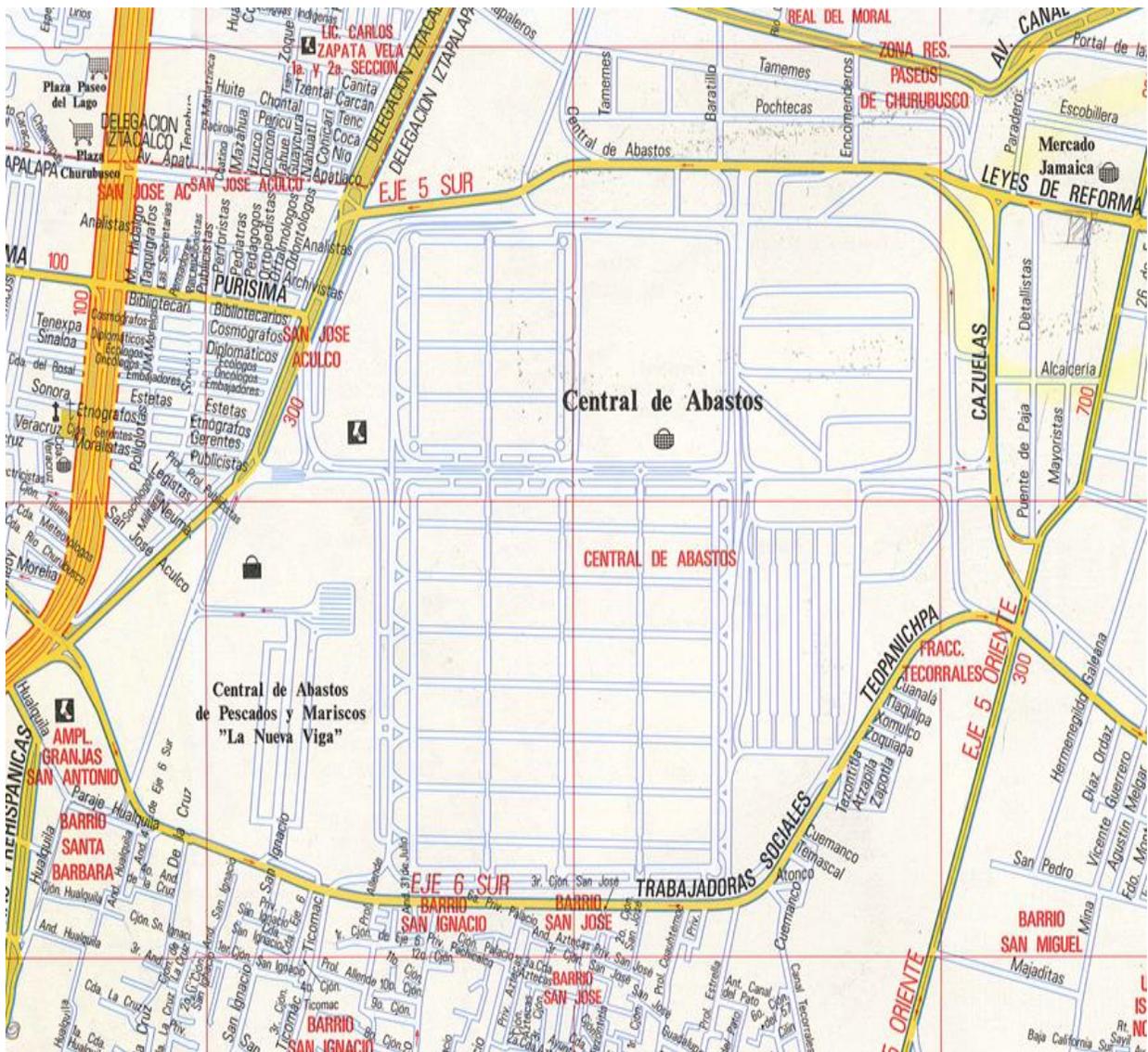


Figura II. 6. Ubicación y fronteras de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Guía Roji de la Ciudad de México. Área Metropolitana y Alrededores. 2014/ IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

II.3 Vías de acceso.

Entrada No. 1. Entrada principal. Ubicada sobre Eje 4 Oriente Canal Rio Churubusco, con casetas de cobro de peaje para acceso a la Central de Abasto de la Ciudad de México.

Entrada No. 2. Ubicada sobre Eje 6 Sur Trabajadoras Sociales, casi con esquina Ticoman.

Entrada No. 3. Ubicada sobre Eje 6 Sur Trabajadoras Sociales. Paralela a Eje 5 Oriente. Lic. Javier Rojo Gómez.

Entrada No. 4. Ubicada sobre Eje 5 Sur Leyes de Reforma (Cazuelas). Paralela a Eje 5 Oriente. Lic. Javier Rojo Gómez.

Entrada No. 5. Ubicada sobre Eje 5 Sur Leyes de Reforma, casi esquina con encomenderos.

Paradero. Principal entrada peatonal y de mayor afluencia.

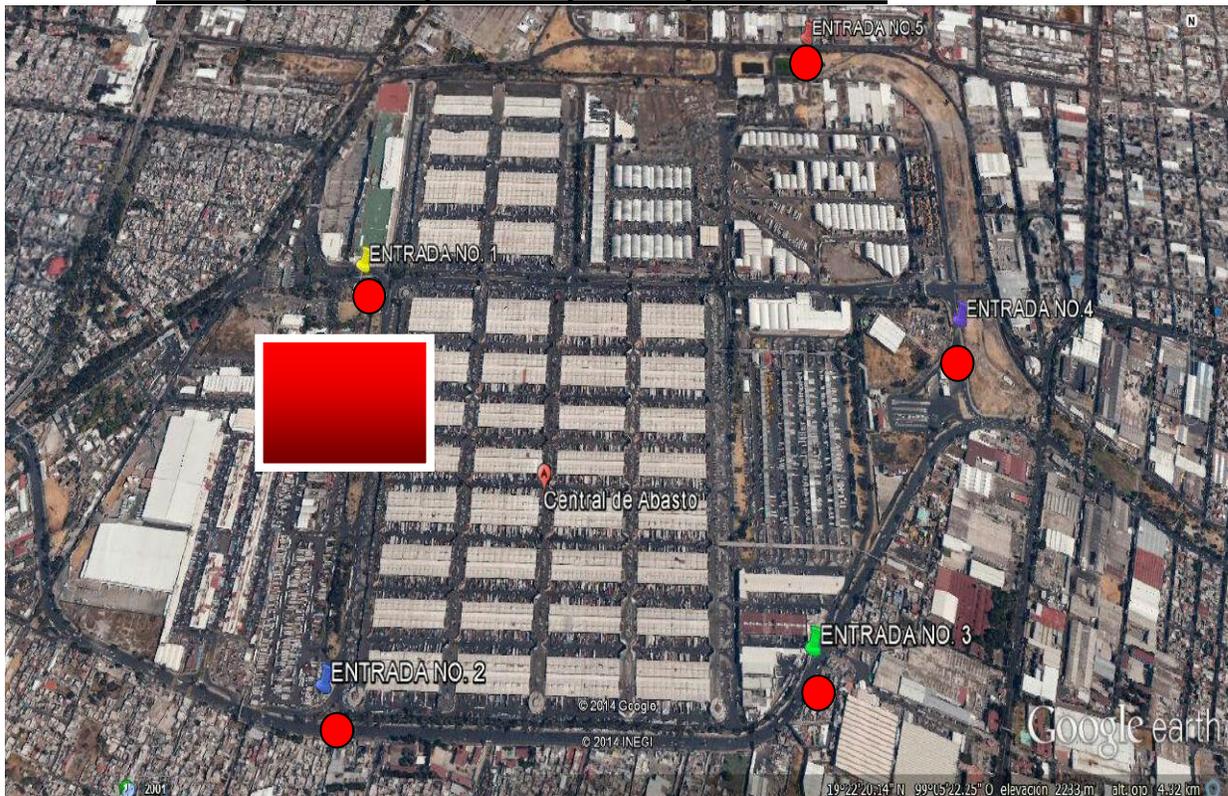


Figura II. 7. Ubicación de las vías de acceso a La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Google Earth. 2014. 2014/ IACMEX/TECSA 2014.

II.4 Datos climatológicos de la zona.

El Distrito Federal por su posición geográfica, es una zona de tierras templadas. La presencia de altas montañas en los alrededores del valle de México es un factor que impide el paso de las nubes de lluvia que provienen del golfo de México o del océano Pacífico. Por ello, las precipitaciones no son abundantes. La temporada húmeda en el Distrito Federal abarca de mayo a noviembre, aunque la pluviosidad es mayor entre los meses de junio y agosto.

La temperatura anual promedio varía entre 12 y 16 °C, dependiendo de la altitud de la delegación. Las más bajas temperaturas usualmente registradas durante Enero y Febrero, pueden ir de -2 °C a -5 °C. Mientras que las máximas temperaturas entre la primavera y verano pueden alcanzar los 32 °C.

En la mayor parte de su territorio se presenta clima Templado subhúmedo (87%) En el resto se encuentra clima Seco y semiseco (7%) y Templado húmedo (6 %).

La temperatura media anual es de 16°C. La temperatura más alta, mayor a 25°C, se presenta en los meses de marzo a mayo y la más baja, alrededor de 5°C, en el mes de enero.

Las lluvias se presentan en verano, la precipitación total anual es variable: en la región seca es de 600 mm y en la parte templada húmeda es de 1 200 mm anuales.

Según la Carta de Climas del Inegi, el 82.42% de Iztapalapa Delegación en donde se encuentra ubicada la CEDA, posee clima templado subhúmedo, con lluvias en verano. El resto del territorio presenta un clima semiseco templado. La temperatura anual promedio (calculada con base en una observación de 30 años) es de 16.6 °C, siendo más cálida en el mes de junio, cuando alcanza los 19 °C, y la más baja en enero, con 13.1 °C. La precipitación anual promedio es de 616.8 mm, con una mayor pluviosidad durante los meses del verano.

CAPÍTULO III. DATOS BÁSICOS DE PROYECTO.

El sistema de suministro de agua para los servicios de la Central de Abasto, en la Delegación Iztapalapa, Distrito Federal, está conformada por una línea de conducción, dos cisternas de almacenamiento, dos plantas de bombeo (una planta por cisterna) y la red de distribución local. Por el deterioro de las instalaciones de ya casi treinta años, el incremento de consumidores y la variación climática, han provocado que, en la actualidad, el sistema no cumpla con las necesidades de los usuarios.

Con esta base y de acuerdo a los resultados del proyecto hidráulico que se ha realizado, se tiene la necesidad que las plantas de bombeo, en su conjunto, tengan la capacidad para enviar un caudal nominal de 158.46 l.p.s. a la red de distribución.

También y de acuerdo a los análisis y estudios que se han realizado, se tiene determinado que la capacidad de las dos plantas de bombeo sea de la misma capacidad y con la misma modulación de equipos.

III.1 Capacidad y Modulación de Equipos de Proyecto:

Como se cita en párrafos anteriores, la capacidad total de suministro a la Central debe ser de 0.080 m³ /s; para satisfacer esta demanda de caudal, se plantea el siguiente equipamiento por cada una de las plantas de bombeo.

III.2 Equipos.

Instalación de cuatro bombas centrífugas verticales del tipo turbina de etapas múltiples, instalación en cárcamo húmedo, sustentadas de una placa base localizada a nivel de la losa tapa de la cisterna, lubricación agua, capacidad de 0.027m³ /s y carga de bombeo de 4.2 kg/cm². El accionamiento de la bomba es por medio de un motor eléctrico de inducción jaula de ardilla, flecha hueca, 4 polos, eficiencia premium, 3 fases, 60 Hertz, 30 HP, F.S.1.0, instalación exterior y tensión de 460 VCA.

Con objeto de aprovechar los orificios existentes en la losa tapa de las cisternas, las nuevas bombas serán instaladas en la localización de los equipos existentes.

De los cuatro equipos que serán instalados, operarán como máximo tres de manera simultánea y el otro se combinara a fin de trabajar de manera alternada con el grupo.

Con la operación de tres equipos de manera simultánea, se entregará un caudal de $0.081\text{m}^3/\text{s}$, a la red de distribución.

Con objeto de disminuir el número de arranques, consumos de energía picos de presión, etc., los equipos de proyecto, contarán con variadores de frecuencia lo cual es apropiado para bombeo directo a redes de distribución de agua con demandas variables de caudal.

De los siete equipos de bombeo existentes, los cuatro de mayor capacidad y de descarga en $8\text{+}\emptyset$, serán substituidos; asimismo, los tres restantes de menor capacidad y descarga en $4\text{+}\emptyset$, serán desmantelados y trasladados a los almacenes del GDF. Los huecos en la losa de la cisterna para la instalación de estos equipos serán protegidos con objeto de evitar accidentes del personal operario.

III.3 Fontanería.

Con objeto de aprovechar la infraestructura existente, el proyecto considera aprovechar lo más posible, en particular las tuberías, válvulas y fontanería en la descarga individual de las bombas existentes.

Los cuatro equipos que se proponen, substituyen a los existentes los cuales cuentan con fontanería individual de descarga en $203\text{ mm } (8\text{+}) \emptyset$. También se aprovechara el múltiple de descarga y las válvulas de corte y de alivio de presión localizadas en la parte posterior del múltiple de descarga existente.

III.4 Cálculo y Selección de Equipos.

Determinación de la carga dinámica total de bombeo (C.D.T.).

La Carga Dinámica Total de bombeo, se desarrolla en función del desnivel estático, pérdidas primarias, perdidas secundarias y la energía cinética del fluido y viene dada por la siguiente relación analítica:

$$CDT = h \text{ EST.} + h \text{ PRIM.} + h \text{ SEC.} + h \text{ V} + h \text{ p}$$

Dónde:

h. EST.	Desnivel estático.
h PRIM.	Pérdidas en tramos rectos (Tubería individual y común de descarga).
hSEC.	Pérdidas en accesorios y fontanería.
hV	Carga por velocidad.
hp	Presión de entrega a la red de distribución.

Análisis del desnivel estático. ($h_{\text{EST.}}$)

Para determinar el desnivel estático ($h_{\text{Est.}}$), se analiza a partir de los niveles de bombeo y el punto de descarga, en este caso se considera los valores de la tabla siguiente:

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

NIVELES	VALOR (m.s.n.m.)
Nivel superior de losa tapa de cisterna	2231.614
Nivel máximo de bombeo	2230.614
Nivel mínimo de bombeo	2227.754
Nivel de selección de bombeo	2227.754
Nivel de losa fondo de la cisterna	2226.754
Nivel de centro de tubería de Descarga	2231.7179

Revisión del nivel del eje de centros de la tubería de descarga, en base a los datos del levantamiento topográfico.

Nivel de lomo de tubo de descarga de $8\pm=2231.937$ m.s.n.m.

Diámetro exterior de tubo de descarga de bomba = 219.1 mm.

Por tanto:

El nivel de centros de tubería de descarga es = $2231.937 - (0.2191/2) = 2231.827$ m.s.n.m.

En base a los datos analizados, determinamos los desniveles aplicados.

$h_{\text{Est.MAX}}$ = Nivel mayor de descarga - N. mínimo de bombeo.

$$h_{\text{Est.MAX}} = 2231.827 - 2227.754 = 4.07 \text{ m}$$

$h_{\text{Est.DIS}}$ = Nivel mayor de descarga - N. diseño de bombeo.

$$h_{\text{Est.DIS}} = 2231.827 - 2227.754 = 4.07 \text{ m}$$

$h_{\text{Est.MIN}}$ = Nivel mayor de descarga - N. máximo de bombeo.

$$h_{\text{Est.MIN}} = 2231.827 - 2230.614 = 1.22 \text{ m}$$

Cálculo de pérdidas primarias. ($h_{\text{PRIM.}}$)

Para la determinación de las pérdidas en la trayectoria de la tubería de descarga de las bombas, se localizan las siguientes.

Tubería de columna de bomba. De acuerdo al caudal de $0.027 \text{ m}^3/\text{s}$ manejado por bomba, la bomba contará con tubería de columna de 6"; sin embargo, para efectos de caída de presión, se considera un diámetro de 5".

Por tanto:

Tubería de 5" Ø

Diámetro	0.127 m
Caudal	0.027 m ³ /s
Coefficiente de fricción para tubería	0.014
Longitud	4.00 m

Aplicando la ecuación de Manning tenemos:

$$ht = \frac{(10.34n^2Q^2L)}{D^{5.33}}$$

Sustituyendo

$$h_{fs} = \frac{(10.34)(0.014)^2(0.027)^2(4)}{(0.127)^{16/3}} =$$

$$h_{fp} = 0.36 \text{ m}$$

Tubería de 8" Ø

Diámetro	0.2027 m
Caudal	0.027 m ³ /s
Coefficiente de fricción para tubería	0.014
Longitud	1.00 m

Aplicando la ecuación de Manning tenemos:

$$ht = \frac{(10.34n^2Q^2L)}{D^{5.33}}$$

Sustituyendo

$$h_{fs} = \frac{(10.34)(0.014)^2(0.027)^2(1)}{(0.2027)^{16/3}} =$$

$$h_{fp} = 0.01 \text{ m}$$

Tubería de 16" Ø

Diámetro	0.406 m
Caudal	0.081 m ³ /s
Coefficiente de fricción para tubería	0.014
Longitud	50.0 m

Aplicando la ecuación de Manning tenemos:

$$h_t = \frac{(10.34n^2Q^2L)}{D^{5.33}}$$

Sustituyendo

$$h_{fp} = \frac{(10.34)(0.014)^2(0.84\text{m}^3/\text{s})^2(55.0\text{m})}{(0.744\text{m})^{5.33}} =$$

$$h_{fs} = \frac{(10.34)(0.014)^2(0.081)^2(50)}{(0.406)^{16/3}} =$$

$$h_{fp} = 0.08 \text{ m}$$

Cálculo de pérdidas secundarias. (h_{SEC.})

Existen accesorios a través de la descarga que generan pérdidas de presión, por lo anterior analizamos los accesorios en la tubería individual de descarga de la bomba.

Para este cálculo, nos auxiliaremos de la ecuación:

$$h_{fs} = k \frac{v^2}{2g}$$

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Donde:

h_{fs} = Pérdidas secundarias (m.)

k = Coeficiente de fricción por accesorio (a dimensional).

g = Constante de gravedad (m/s^2).

En el trayecto de la tubería de descarga se localizan los siguientes accesorios:

1. Colador de 6+Ø.
2. Cabezal de descarga 10+*6+*8+Ø.
3. Válvula tipo chek de 8+Ø.
4. Codo de descarga de 8+Ø a 45°.
5. Válvula de seccionamiento tipo compuerta de 8+Ø.
6. Inserción de descarga de 8+Ø a 16+.
7. Codo de descarga de 16+Ø a 90°.

ACCESORIO	No PIEZAS	K	K_{total}	VELOCIDAD MEDIA m/s	PÉRDIDA DE CARGA m
$h_{fs} = k \frac{v^2}{2g}$					
Colador de 6ø Ø.	1	0.50	0.50	0.84	0.00672
Cabezal de descarga 10ø *6ø*8øØ.	1				0.20
Válvula tipo chek de 8øØ.	1	3.00	3.00	0.84	0.12
Codo de descarga de 8ø Ø a 45°.	1	0.17	0.17	0.84	0.00672
Válvula de seccionamiento tipo compuerta de 8ø Ø.	1	0.17	0.17	0.84	0.00672
Inserción de descarga de 8ø Ø a 16ø.	1	0.21	0.21	0.84	0.0084
Codo de descarga de 16ø Ø a 90°.	2	0.30	0.60	0.62	0.12
	1				
T O T A L					0.36

$\Sigma h_{fs} = \cong 0.36 \text{ m.}$

Cuantificación de pérdidas primarias ($h_{SEC.}$) y secundarias. ($h_{SEC.}$)

Considerando las pérdidas primarias y secundarias en el Sistema de Bombeo, obtenemos:

$$\Sigma h_{total} = 0.36 \text{ m} + 0.45 = 2.03 \text{ m.}$$

Considerando la operación del Sistema de Bombeo Planta 1 Central de Abastos, tenemos:

$$\Sigma h_{total} = 0.81 \text{ m.}$$

Análisis de pérdida por velocidad. (h_v)

En los sistemas de bombeo, es importante determinar la carga por velocidad la cual está en función de la velocidad media y el doble producto de la constante de gravedad, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$h_v = \frac{V^2}{2g} =$$

$$h_v = \frac{(1.93 \text{ m/s})^2}{(2)(9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_v = 0.02 \text{ m.}$$

Cuantificación de la Carga Dinámica Total.

Una vez obtenidos los parámetros establecidos en la ecuación para determinar la carga dinámica total, se sustituyen los valores para los diferentes puntos de operación de los equipos de bombeo en base a los niveles en el cárcamo, entonces:

$$CDT = hE. + hfs + h V+ h p$$

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÈXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

De lo anterior obtenemos la carga dinámica total en el rango operativo establecido:

C.D.T.	h_E (m)	$h_{f \text{ total.}}$ (m)	h_v (m)	H_p (m)	TOTAL (m.c.a.)
$CDT = h_E + h_{fs} + h_v$					
DISEÑO	4.00	0.81	0.02	35.00	39.83
MÁXIMA	4.00	0.81	0.02	35.00	39.83
MÍNIMA	1.00	0.81	0.02	35.00	36.83

Con estos resultados y considerando el rango operativo en la cisterna No.1, se establecen los siguientes valores de carga de bombeo.

C.D.T.				TOTAL (m.c.a.)	
DISEÑO				42.00	
MÁXIMA				42.00	
MÍNIMA				30.00	

CAPÍTULO IV. TRABAJOS DE CAMPO.

Para poder llevar a cabo la Introducción de la Nueva Red de Abastecimiento de Agua Potable de la Central de Abasto, en la Delegación Iztapalapa, del Distrito Federal, debemos de cumplir con un trámite indispensable, para obtener la autorización para ejecutar el proyecto. Dicho trámite es conocido como el CUS, es de vital importancia y necesario conocer las posibles interferencias existentes, a fin de evitar obstáculos que afecten el trayecto de éstas obras.

IV.1. ¿Qué es el CUS?

Comité de Usuarios del Subsuelo. Creado por La Secretaría de Protección Civil del Distrito Federal, el CUS es un órgano coordinador de las empresas y entidades públicas que realizan trabajos en el subsuelo. Por mencionar algunas Gas Natural, Cablevisión, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos, incluso el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, Sistema de Transporte Colectivo Metro. Etc.

Este Comité es presidido por la Secretaría de Protección Civil del Distrito Federal, por lo tanto, esta dependencia es la responsable de poner a consideración a las empresas todas las obras que se realicen en la Ciudad de México y que impliquen excavaciones en el subsuelo. Estas deberán de ser aprobadas por el Comité de Usuarios del Subsuelo, a fin de evitar accidentes y garantizar la seguridad de los ciudadanos.

Algunas de sus líneas de acción son motivar la coordinación para evitar hacer diez excavaciones en el subsuelo, sino que en una sola intervención todas las empresas o dependencias hagan sus trabajos. La otra es garantizar la seguridad en las obras. El CUS también puede comprobar que las empresas que intervienen una vialidad para introducir o para hacer reparaciones en la infraestructura subterránea cumplan con la obligación de reparar los daños ocasionados.

IV. 2. Procedimiento ante el CUS

El proyecto ejecutivo es registrado ante la dirección de protección civil para que a través de su Comité de Usuarios del Subsuelo. Se convoque a una reunión plenaria de todas y cada una de las diferentes dependencias que tienen infraestructura subterránea.

Se entrega la siguiente documentación para cumplir con los requisitos solicitados por el CUS:

- A. -Memoria Técnica Descriptiva. Es un pequeño resumen donde se describen los trabajos a realizar y Especificaciones Técnicas para la Instalación de Redes de Distribución con Tubería de Polietileno de Alta Densidad.
- B. -Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil. Se Anexa la Póliza.
- C. -Programa de Obra.
- D. -Datos Generales. Se incluyen los datos generales para contactar a la empresa o al personal responsable.
- E. -21 CDs con los archivos de los planos en Medio Magnético (en formato *.PDF). Se entregan 21 copias del proyecto ejecutivo, para que a su vez estas sean repartidas a las 21 dependencias coordinadas y que trabajan en colaboración con el CUS.
- F. -5 Planos impresos de la Zona de referencia.

Las dependencias analizan los trabajos a realizar, porque puntos pasara la Introducción de la Nueva Red de Abastecimiento de Agua Potable de la Central de Abasto, a que profundidad y de que diámetros será la Tubería; Para conocer las posibles interferencias existentes, a fin de evitar obstáculos y/o accidentes que afecten la ejecución de dichas obras, las dependencias se ponen en contacto con personal de la empresa para hacer recorridos de obra, para checar punto por punto la ruta de la Nueva Red de Abastecimiento evitando posibles afectaciones.

IV. 3. Recorridos de Obra.

Tienen como finalidad, conocer el entorno de la zona en la cual se efectuarán los trabajos de Rehabilitación de las Redes de Agua Potable, tomando en consideración:

1. Las condiciones socioeconómicas de zona.
2. Representante social u comité de vecinos.
3. Vías de comunicación.
4. Equipamiento urbano.
5. Localización de los puntos de referencia y trayectoria del proyecto ejecutivo.
6. Identificación del tramo de arranque de los trabajos.

Previos a la ejecución de los trabajos.

Por eso el Gobierno del Distrito Federal, a través del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), ejecuta en forma automática algunos trámites y gestorías por lo que los avisos y permisos para trabajar en la vía pública, son responsabilidad del SACMEX. Sin embargo, es responsabilidad de nosotros los constructores, de presentar y registrar el Proyecto Ejecutivo de la obra de rehabilitación de redes de agua potable, en La Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal, para que mediante su Comité de Usuarios del Subsuelo (CUS), se convoque a una reunión, en la cual, asisten todas y cada una de las diferentes dependencias que utilizan el subsuelo, como el medio para instalar los diferentes servicios que proporcionan beneficios a la sociedad, tales como: servicios de telefonía, de voz y datos, de energía eléctrica, hidrocarburos, gas natural, de entretenimiento televisivo, del sistema de transporte colectivo metro, etc.

Las áreas técnicas de las diferentes dependencias, estudian el Proyecto Ejecutivo que se expuso ante el CUS y determinan si sus instalaciones constituyen una interferencia subterránea para las nuevas obras; de ser así, informan a los

constructores y proponen Recorridos de Campo, para ubicar en el sitio, los posibles puntos de cruce y hacer las recomendaciones constructivas de cada caso, de manera que no resulten afectadas las instalaciones existentes. Asimismo, proporcionan los planos de obra terminada, los números telefónicos en caso de alguna emergencia y solicitan a los constructores la fecha probable para la construcción del cruce para asistir y constatar, que los trabajos se ejecutaron conforme a lo acordado.

En compañía del Representante social u comité de vecinos, el constructor recorre la zona de trabajo, indicando el o los diferentes frentes de trabajo que se establecerán para la ejecución de la obra, así como los puntos de acopio de los diferentes materiales y sitios de prueba, los puntos de acceso del personal, maquinaria y equipos.

De la misma forma, éste recorrido se realiza con la Supervisión encargada de vigilar la ejecución de los trabajos.

Durante la ejecución de los trabajos.

Una vez iniciada la obra, en forma cotidiana, la Constructora en compañía de la Supervisión realizan recorridos, donde se vigilará la correcta ejecución de los trabajos, su documentación y soporte mediante los generadores de obra y se elaboran las respectivas estimaciones y posteriormente se autorice y tramite de pago. También vigilaran, que las zonas de trabajo estén perfectamente bien confinadas y señalizadas de tal forma que, garanticen y salvaguarden la integridad de los trabajadores, de los transeúntes, de los vehículos, de la infraestructura existente en el subsuelo y del medio ambiente circundante.

Al término de los trabajos.

Concluida la obra, la Constructora en compañía de la Supervisión y del Representante social u comité de vecinos, harán un Recorrido de Constatación de que los trabajos fueron ejecutados en tiempo, forma y calidad. Posteriormente, se

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

hará un recorrido final entre la Constructora y la Supervisión, y, de estar de acuerdo, se levantará el Acta de Entrega Recepción de la Obra.



Figura IV.1. Recorridos de Campo con la Dependencias que Integran el CUS. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Durante los recorridos de campo con las distintas dependencias que lleguen a tener instalaciones en la misma zona o muy cercanas a la zona de nuestro proyecto e incluso, ya durante la ejecución de la obra; No se cuenta con la certeza al 100% de que la trayectoria que llevara la Nueva Red de Abastecimiento de Agua Potable de la Central de Abasto de la Ciudad de México está libre de

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

cualquier interferencia, se procede a realizar Calas de Verificación, que como su nombre lo dice son pequeñas excavaciones de verificación regularmente de 1m^3 . Aunque la profundidad puede variar según la profundidad de la posible Infraestructura Existente que pudiéramos afectar.



Figura IV.2. Calas de Verificación por posible Interferencia durante los Recorridos de Campo con la Dependencias que Integran el CUS. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.



Figura IV.3. Localización de Interferencias durante los Recorridos de Campo con la Dependencias que Integran el CUS. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

CAPÍTULO V. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LA NUEVA RED DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTO.

Para la Construcción de la Red de Agua Potable en la Central de Abastos, Delegación, Iztapalapa, se empleará en algunas zonas el procedimiento constructivo de instalación de tubería de agua potable a cielo abierto (modalidad tradicional), mientras que en otras zonas la instalación de la tubería irá colganteada por las azoteas. Cabe mencionar que este proyecto consta de 5 etapas, de las cuales el procedimiento constructivo se irá detallando puntualmente.

A continuación se da una breve descripción de las acciones que se realizarán durante la ejecución del proyecto en cada una de las 5 etapas; 1ª Etapa Mitad de Frutas y Legumbres, 2ª Etapa Otra mitad de Frutas y Legumbres, Zona de Subasta, Aves y cárnicos y Frigorífico, 3ª Etapa Zona de Flores y Hortalizas, Envases vacíos y Bodegas de Transferencia, 4ª Etapa Zona de Abarrotes y 5ª Zona Norte.

V.1. Descripción del Procedimiento Constructivo.

V.1.1. Instalación de Tubería de Agua Potable a Cielo Abierto.

Básicamente es el procedimiento de tendido e instalación de tubería, en el cual se recurre a la realización zanjas y/o cepas, cuyas dimensiones especificadas en el proyecto ejecutivo están contempladas en las normatividades aplicables. Su uso está condicionado a diversos factores, dentro de los cuales se pueden mencionar: la longitud de proyecto, los tiempos de ejecución de la obra, el espacio disponible en la zona de obra y los factores económicos. La instalación de tuberías por el procedimiento constructivo a cielo abierto es aplicable a todo tipo de instalaciones, en este caso se usará para la instalación de tubería de polietileno de alta densidad, RD-17, unida mediante procesos de termofusión para tuberías de agua potable.

Tanto este tipo de procedimiento de tendido e instalación de tubería como los diámetros de la tubería de polietileno de alta densidad (PAD) cambiarán según las zonas de la Central de Abastos:

- Frutas y Legumbres: PAD de 4+de diámetro.
- Subasta, Aves y Cárnicos y Frigorífico: PAD de 2+de diámetro.
- Flores y Hortalizas y Envases vacíos: PAD de 2+de diámetro.
- Abarrotes: PAD de 6+y 4+de diámetro.

Procedimiento Constructivo:

1. Trazo y nivelación del proyecto.
2. Localización e identificación de infraestructura existente.
3. Corte y demolición de pavimento, banquetas, guarniciones y/o retiro del sistema de piso; según sea el caso.
4. Excavación de zanja.
5. Construcción de plantilla de arena.
6. Colocación de la tubería (termofusión) y piezas especiales.
7. Colocación de atraques.
8. Relleno compactado de excavaciones.
9. Construcción de cajas de válvulas.
10. Realización de pruebas de hermeticidad y desinfección de la tubería
11. Acarreo de material producto sobrante.
12. Reposición de pavimento y/o sistema de piso.
13. Limpieza general.

Sobre los puntos citados anteriormente, es importante destacar:

Trazo y Nivelación del Proyecto

El trazo de las tuberías indicadas en el proyecto deberá realizarse físicamente, incluyendo el ancho de las zanjas y los niveles de proyecto, para ello deberá

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

utilizarse el equipo de topografía necesario y apoyarse en las referencias topográficas indicadas en el proyecto ejecutivo.



Figura A. Trazo y Nivelación del Proyecto. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Localización e Identificación de Infraestructura Existente.

Se identificara la infraestructura existente en la zona de proyecto para evitar obras inducidas innecesarias. En el caso de que existan interferencias a las profundidades de proyecto (70 centímetros a 120 centímetros) dependiendo del diámetro de la tubería, deberán hacerse los ajustes necesarios en campo para salvar dichas interferencias mediante deflexión de la tubería de proyecto. Es indispensable que la constructora y la supervisión anticipen este tipo de situaciones directamente en campo.



Figura .B. Localización e Identificación de Infraestructura Existente. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Corte y Demolición de Pavimento, Banquetas, Guarniciones y/o Retiro del Sistema de Piso, según sea el Caso.

Se entenderá por ruptura de pavimentos, el trabajo consistente en romper y remover éstos, donde hubiere necesidad de ello, previamente a la excavación de cepas para la construcción de redes de agua potable. Preferentemente, el corte de los pavimentos de hará con sierra mecánica.

El material producto de demolición de pavimentos deberá ser retirado transportándolo al banco de desperdicio que señale el proyecto o que ordene el Ingeniero, salvo que éste considere que dicho material pueda ser utilizado en la reconstrucción de los mismos, en cuyo caso ordenará que sea dispuesto a un lado de la cepa, en forma tal que no sufra deterioro alguno ni cause interferencia con la prosecución de los trabajos.

En el caso de existir un sistema de piso prefabricado; se deberá proceder conforme a proyecto, a su retiro con o sin recuperación.



Figura. C .Corte y Demolición de Pavimento, Banquetas y/o Guarniciones. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Excavación de Zanja

Se entenderá por excavación de zanja la que se realice de acuerdo con el proyecto o las órdenes del Ingeniero para alojar las tuberías de las redes de agua

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

potable, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar, afinar y limpiar la plantilla y taludes de la misma, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a un lado de la cepa disponiéndolo en forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones durante el tiempo que requiera la correcta instalación de la tubería. Incluye igualmente las operaciones que deberá realizar el Contratista para aflojar el material, manualmente o con equipo mecánico, previamente a su excavación, cuando así se requiera. Las cepas serán excavadas cuidadosamente y alineadas a los niveles señalados por el proyecto. El material producto de las excavaciones será depositado a un lado de la cepa, dejando libre un pasillo de 50 (cincuenta) centímetros entre ésta y el pie del bordo dejado por dicho material. Donde fuere necesario se tendrá un acarreo libre a 10 metros de distancia del sitio de la excavación.



Figura. D .Excavación de Zanja. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Plantilla de Arena

El fondo de la zanja no deberá tener irregularidades ni objetos que generen concentración de esfuerzos, ya que debe permitir un apoyo uniforme sin forzamientos ni dobleces mecánicos de la tubería. Las zanjas con el fondo plano deben excavar a una profundidad mínima de 50 milímetros debajo de la línea establecida para el fondo.

El exceso de excavación en donde se han removido todas las piedras y terrones duros debe llenarse con material suelto. El material suelto debe acomodarse uniformemente en toda la longitud de la tubería. Cuando el fondo de la zanja contenga objetos duros, sólidos, que puedan dañar el recubrimiento protector, se colocará bajo la tubería una cama de 80 a 150 milímetros de espesor de arena.

Si la excavación se realiza en material rocoso, deberá tener por lo menos una profundidad adicional de 150 milímetros. La sobre excavación deberá reemplazarse por dos capas; la primera de 100 milímetros con una plantilla de grava y la segunda, donde apoyará la tubería, de 50 milímetros con material suelto.

Colocación de la Tubería

Carga y Descarga: En la maniobra de carga y descarga de los tubos se deberá emplear equipo adecuado, para evitar el contacto directo entre las superficies de los tubos y aristas cortantes que pongan en riesgo a la tubería.

Descarga a lo Largo del Derecho de Vía: Los tubos deberán ser colocados paralelamente a lo largo de las zanjas o excavaciones en las que después serán instaladas, en el lado opuesto al que se colocó el material producto de la excavación.

Instalación de Tuberías de Polietileno con Junteo por Termofusión: Este tipo de tuberías fabricadas a base de polietileno, son instaladas en el campo juntando su extremos a tope por el procedimiento de termofusión, empleando herramientas especiales para ello.

Los contratistas cuyo personal no hayan tenido experiencia en la instalación de este tipo de tuberías, deberán realizar sus trabajos bajo la asesoría y supervisión

que normalmente ofrecen los fabricantes de las mismas como parte de su promoción, la cual incluye el entrenamiento del personal del contratista.

En la instalación de las tuberías de polietileno, el contratista deberá utilizar las herramientas especializadas que para ello han diseñado y venden los fabricantes de este tipo de tubería.

En la instalación de tuberías de polietileno con junteo por termofusión, el contratista deberá cumplir las reglas siguientes:

- a) El almacenamiento de las tuberías y piezas especiales deberá hacerse en locales cerrados, o en su defecto, deberán cubrirse con lonas o cartón asfaltado para protegerlas de los efectos de intemperismo.
- b) Durante el tendido de la tubería, que podrá hacerse opcionalmente fuera de las cepas, se pondrá cuidado en que piedras u objetos cortantes no las dañen en sus superficies.
- c) El corte de las tuberías deberá ejecutarse empleando serrotes de carpintero de dientes suaves.
- d) En todos los caso los extremos del tubo o piezas especiales deberán alinearse empleando los carros y herramientas alineadoras recomendadas por el fabricante.
- e) La termofusión de los extremos de tuberías y piezas especiales se ejecutará empleando exclusivamente los calentadores eléctricos idóneos que para el efecto recomiendan y venden los fabricantes de esta tubería y la temperatura y tiempos de calentamiento deberán ser conforme a lo indicado en la tabla siguiente, salvo que el fabricante recomiende otros valores.

- f) Se pondrá especial cuidado en la termofusión evitando especialmente el calentamiento insuficiente o excesivo del plástico, por lo cual los calentadores serán justamente los especificados por los fabricantes de las tuberías. Se evitará también la exposición por mayor tiempo a la fuente de calor, para evitar chorreamiento inconveniente del plástico fundido.

- g) Previa aprobación del Ingeniero, el junteo de tubos y su unión a piezas especiales, se hará fuera de las cepsas, bajándolos después a estas, con sola recomendación de vigilar que no sufran daños durante su manipulación en el curso de todas las operaciones que implica su tendido e instalación.

- h) Salvo que en los planos del proyecto si lo señale, generalmente las tuberías de polietileno con junteo por termofusión se instalarán en el fondo de las cepsas sin construir plantilla, excepto cuando la excavación sea en roca, en cuyo caso se construirá una plantilla sin apisonar con espesor de 15 cms.

- i) Al tender las tuberías dentro de las cepsas, se cuidará que queden serpenteando y en ningún caso se les forzará a que queden con alineamiento estrictamente recto.

- j) Con las tuberías de polietileno con junteo por termofusión se podrá dar cualquier curvatura señalada en el proyecto, incluyendo los ángulos de 90 grados, siempre y cuando el radio de curvatura sea como mínimo 10 veces el diámetro de la tubería.

Las tuberías de polietileno de alta densidad con interior liso en diámetros nominales de 3" a 48" deberán cumplir con las siguientes especificaciones.

- Especificaciones nacionales.

Certificado bajo la norma oficial mexicana nmx-e-018-scfi-2002 para tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión - especificaciones.

- Especificaciones internacionales.

-AWWA C901

Polyethylene (PE) pressure pipe and tubing, 1/2 in. through 3 in. for water service.

-AWWA C906

Polyethylene (PE) pressure pipe and tubing, 4 in. through 63 in. for water service.

-ASTM D2683

Socket-type polyethylene fittings for outside diameter-controlled polyethylene pipe and tubing.

-ASTM D3261

Butt heat fusion polyethylene (PE) plastic fitting for polyethylene plastic pipe and tubing.

-ASTM D3350

Standard specification for polyethylene plastic pipe and fittings materials.

-PPI TR-3

Polices and procedures for developing recommended hydrostatic design stresses for thermoplastic pipe materials.

-PPI TR-4

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

-NSF STANDARD #14

Plastic piping components and related materials.

Las tuberías de polietileno de alta densidad deberán cumplir con las siguientes características para las redes de distribución de agua:

* Alto peso molecular que permita su fusión a base de calor controlado.

* Debe de estar clasificada como tipo III, por el instituto de tuberías plásticas con celda de clasificación PE 345434-C (PE 3408).

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

- * Cumplir con la norma oficial mexicana NMX-E-018-SCFI-2002 para tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión-especificaciones
- * Densidad mínima de 0.941 gr/cm³, la cual debe determinarse de acuerdo con lo establecido en las normas NMX-E-004, NMX-E-166 O NMX-E-185.
- * Índice de fusión < 0.15 gr/10 min.
- * Módulo de flexibilidad de 7735 - 11250 kg/cm².
- * Resistencia en la tensión de 210 - 246 kg/cm².
- * Resistencia al agrietamiento por intemperismo f20 > 192 horas.
- * Esfuerzo hidrostático aplicado para diseño de presiones de trabajo y de reventamiento de 112 kg/cm².
- * Color y estabilizador ultravioleta > 2% negro de carbón (negro de humo).
- * Capaz de resistir el ataque biológico de los agentes inorgánicos y orgánicos existentes en el subsuelo.
- * Capaz de resistir por tiempo prolongado a la intemperie sin sufrir degradaciones en sus superficies.
- * Vida útil de 50 años.
- * Resistencia a la flexión por 40 diámetros.



Figura. E. Colocación de Tubería. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Colocación de Atraques

Durante la instalación o terminada y previamente a su prueba hidrostática, se instalarán las piezas especiales correspondientes de los cruceros y cambios de dirección o pendiente indicados en el proyecto, construyéndose simultáneamente los atraques y anclaje de las dimensiones y características especificadas en el proyecto. Invariablemente en todo cruce o cambio de dirección de la tubería deberá construirse un atraque, así como en los sitios en que se ubiquen tes., tapas ciegas y codos. Los atraques deberán ser fabricados de concreto con $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

Terminado el junteo de toda la línea a circuito con sus respectivas piezas especiales y atraques y antes de realizar la prueba hidrostática, la tubería será anclada provisionalmente mediante un relleno apisonado en el centro de cada tubo, con material producto de las excavaciones de cepas, dejando solo al descubierto las juntas para que puedan hacerse las observaciones necesarias durante la prueba hidrostática y descubrir y reparar las fugas.



Figura. F. Colocación de Atraques. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Relleno Compactado de Excavaciones

Por relleno de excavaciones de cepas se entenderá el conjunto de trabajos y operaciones que deberá hacer el Contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno las excavaciones de cepas que hubiere realizado para alojar tuberías

de líneas o redes de agua potable, así como las correspondientes a estructuras especiales, tomas domiciliarias o hidrantes públicos.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de cepas sin la previa aprobación por escrito del ingeniero, pues en caso contrario éste podrá ordenar la extracción total o parcial del material utilizado en rellenos no aprobados por él.

Todas las cepas deberán rellenarse a mano desde el nivel de la plantilla hasta el nivel original, la cepa deberá rellenarse a mano cuidadosamente para evitar daños o movimiento a la tubería. Este relleno deberá ser ejecutado en tal forma que cumpla con las especificaciones de la técnica ~~Broctor~~ de compactación, en cuyo caso el Ingeniero ordenará el espesor de las capas, el contenido de humedad, el material, grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación especificada.

Los rellenos que se hagan en cepas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en su capa superficial empleando material que contenga piedras suficientemente grandes para evitar el deslave del terreno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, durante el período comprendido entre la terminación del relleno de la cepa y la reposición del pavimento correspondiente. En casos particulares el Ingeniero dará las órdenes pertinentes.

El relleno de excavaciones para estructuras se hará siguiendo las mismas estipulaciones especiales y cuidando de hacerlo por capas apisonadas a mano con espesor máximo de 20 centímetros, salvo que el proyecto estipule compactación especial.

El relleno de cepas para hidrantes públicos y tomas domiciliarias se efectuará en la misma forma estipulada en estas especificaciones.



Figura. G .Relleno Compactado de Excavaciones. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Construcción de Cajas de Válvulas

Por construcción de cajas para operación de válvulas se entenderán las estructuras de mampostería y concreto que deberá construir el Contratista para alojar las válvulas y piezas especiales de los cruceros de la red de distribución de agua potable.

- Las cajas para operación de válvulas serán construidas en los lugares señalados por el proyecto. Antes de que sean instaladas las válvulas y piezas especiales de los cruceros correspondientes, se construirá la losa de cimentación de la caja.
- Las cajas para operación de válvulas se construirán de los materiales y características como a continuación se indica:
- La losa de cimentación de construirá de concreto simple en proporción 1:3:6, con espesor de 13 centímetros. Esta losa deberá descansar sobre una plantilla de cedacería de tabique de 15 centímetros de espesor, previamente construida y compactada.
- Los muros serán de tabique de 28 cm de espesor, junteando con mortero de cemento de 15% de su volumen de cal hidratada en polvo. El tabique que se emplee será recocado, compacto y de color uniforme; su forma y dimensiones deberán ser uniformes.
- El acabado interior de los muros deberá ser con un aplanado de mortero de cemento en proporción 1:3, agregando 10% de cal hidratada en polvo. El

aplanado deberá acabarse con un pulido de mortero de cemento en proporción 1:1.

- Se rematará la parte superior de los muros con una trabe o cerramiento de concreto de 10 centímetros de espesor, armando con 2 varillas de 3/8+ de diámetro.
- La losa de cubierta será de concreto $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$, armada con varillas de fierro de 3/8+ de diámetro, con resistencia $f_s = 1,265 \text{ kg/cm}^2$, espaciadas a cada 10 centímetros de centro a centro y en ambos sentidos.
- Los contramarcos serán de fierro estructural en canal de 20 centímetros (8+) de peralte, ligera la cual tendrá un apoyo de 20 centímetros sobre los muros.
- La construcción de la losa de cimentación de las cajas para operación de válvulas deberá hacerse antes de la colocación de las válvulas, piezas especiales y extremidades que formarán el crucero correspondiente, quedando la parte superior de la losa al nivel correspondiente que señale el proyecto para que descansen sobre ella las válvulas y piezas especiales.
- Cuando el proyecto así lo señale, las tapas de las cajas de operación de válvulas serán prefabricadas de fierro fundido, de las características y dimensiones previamente aprobadas. En estos casos el contramarco de la tapa dispondrá de anclajes que el Contratista anclará en el concreto del cerramiento de la caja, como lo muestren los planos de proyecto.
- Las cajas de operación de válvulas que vayan a ser terminadas con una tapa de fierro fundido, serán rematadas en sus muros perimetrales con un marco de concreto del diseño mostrado en el proyecto, para que ajuste con la correspondiente tapa.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura. H .Construcción de Cajas de Válvulas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Prueba de la Tubería

El objetivo primordial de la prueba hidrostática es verificar que las juntas no presenten fugas. Esta se realiza a un valor fijo arriba de la presión de trabajo.

Para realizar la prueba, las tuberías de llenan lentamente con agua, eliminando el aire de la línea a través de las válvulas de admisión y expulsión de aire colocadas en la parte más altas de la tubería; la presión de prueba debe ser verificada por medio de una bomba y un manómetro de prueba y será cuando menos, 1.25 veces la presión de trabajo en la línea, debiéndose mantener como mínimo por dos horas, posteriormente, se realizará una inspección de la línea para detectar fugas visible o desplazamientos en la tubería.

Cualquier defecto debe ser reparado antes de realizar la prueba de fuga, la cual determina, por medio de un medidor calibrado, la cantidad de agua que entra en la sección de prueba, bajo la presión normal de trabajo, durante un período de dos horas como mínimo.



Figura. I. Prueba Hidrostática. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Tapones

Generalmente la prueba hidrostática se efectúa por secciones de tubería. Los extremos de la sección por probar pueden aislarse mediante válvulas o tapones soldados. Las válvulas no necesariamente son permanentes y podrán retirarse una vez terminada la prueba.

El empleo de tapones soldados puede resultar más económico. Un tapón convencional consiste en un tramo de tubo de aproximadamente un metro de largo, al que se suelda una placa plana por un extremo, y la tubería por probar por el otro. La placa puede ser en forma rectangular o circular. Sobre el tapón se colocan los aditamentos necesarios para la entrada de agua y salida de aire. Al término de la prueba se retira el tapón cortando la tubería de conducción a cierta distancia antes de la soldadura con el tapón.

Desinfección de las Tuberías

Se entenderá por desinfección de tuberías el conjunto de operaciones que deberá efectuar el Contratista para dar un tratamiento desinfectante a la red de distribución de agua potable que hubiere construido, de acuerdo con lo señalado en el proyecto u ordenado por el Ingeniero.

La desinfección de tuberías de la red de distribución de agua potable se hará en la forma siguiente:

- a) Antes del tratamiento, la tubería deberá llenarse completamente de agua limpia y drenar el aire contenido en la misma, como lavado inicial. Posteriormente con la tubería vacía deberá inyectarse lentamente el agua conteniendo el producto desinfectante, la cual se dejará durante un período de 6 horas como mínimo, debiéndose reponer al agua que se pierda con fugas.
- b) Al finalizar las 6 horas estipuladas, deberá drenarse la tubería y el cloro residual en el agua no deberá ser menor de 0.5 ppm. En caso contrario deberá repetirse la operación hasta lograr resultados satisfactorios.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

c) Como agente desinfectante podrá usarse cualquier de los siguientes reactivos: Una solución de hipoclorito de calcio o cal clorada en las siguientes proporciones:

Hipoclorito al 70%, 1 gramo en 14 litros de agua.

Cal clorada al 25%, 1 gramo en 5 litros de agua.

O una mezcla de gas cloro y agua con una dosificación de 50 partes por millón de cloro.

Las sustancias a utilizar para la desinfección no serán almacenadas, sólo se tendrán en el lugar en el momento en que sean requeridas.

Acarreo de Material sobrante

La tierra, escombros, rocas y cualquier material sobrante después de rellenar las cepas deberán ser retirados y transportado por el Contratista hasta el banco de desperdicio oficial que señale el Ingeniero.



Figura. J .Carga y Acarreo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Reposición de Pavimento

Se entenderá por reposición de pavimentos, el conjunto de trabajos necesarios que ejecutará el Contratista para reconstruir los pavimentos que hubieren sido removidos para la apertura de cepas. El pavimento reconstruido deberá ser del mismo material y características que el pavimento original. Deberá quedar al mismo nivel que aquel, evitándose la formación de topes o depresiones, por lo que

la reposición se hará una vez que el relleno de las zanjas haya adquirido su máxima compactación, para que no experimente asentamientos posteriores.

En el caso de existir un sistema de piso prefabricado; se deberá proceder conforme a proyecto, a su reinstalación previa recuperación de las piezas prefabricadas.

Limpieza General

Se realizará limpieza general de la obra de manera permanente durante el desarrollo de las actividades que comprenden la rehabilitación del sistema de agua potable de proyecto, de tal forma que no surjan accidentes en la zona de obra. La falta de atención a este respecto deberá ser penalizada por la supervisión a manera de falta de control en el desarrollo de la obra.

V.1.2. Instalación de Tubería de Agua Potable con el Método de Perforación Horizontal Direccional.

La Perforación Horizontal Direccional (PHD) es una técnica de construcción, la cual posibilita la instalación subterránea de infraestructura de servicios sin la necesidad de realizar zanjas o excavaciones a cielo abierto cuando, por requerimientos del proyecto geométrico del trazo de la línea de conducción, se deben salvar cruces con diversos obstáculos ya sean naturales, como ríos, áreas ecológicas o de protección, zonas pantanosas de difícil acceso, etcétera, o artificiales, como vías terrestres de comunicación y zonas urbanas. La ventaja de la perforación direccional es que con la mínima interrupción al nivel del suelo, no daña el medio ambiente ni interfiere en las actividades de la superficie.

Este tipo de procedimiento se utilizará en diferentes zonas de la Central de Abastos, de igual manera los diámetros de la tubería de polietileno de alta densidad (PAD) serán diferentes en éstas.

- Subasta: PAD de 4+de diámetro.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

- Flores y Hortalizas, Bodegas de Transferencia y Envases vacíos: PAD de 6+ y 4+ de diámetro.
- Zona Norte: PAD 6+ de diámetro.



Figura V.1. Esquema general de la técnica de Perforación Horizontal Direccional. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Procedimiento Constructivo:

- 1.- Exploración preliminar
- 2.- Perforación guía o piloto
- 3.- Ampliación del diámetro de la perforación piloto
- 4.- Instalación de la tubería

A continuación se detallan los puntos anteriormente citados.

Exploración preliminar

Esta etapa tiene como objetivo el establecimiento del modelo geotécnico y las condiciones físicas en las que habrá de ejecutarse la PHD, lo anterior determinará la manera en la cual se desarrollará la técnica adicionalmente la ejecución del proyecto, así como las condiciones geológicas que determinarán el tipo y sentido de las investigaciones siguientes. De igual manera se debe abarcar desde la exploración superficial de campo hasta la exploración subterránea. El tamaño y tipo de investigación estará en función de la magnitud del proyecto.

Perforación guía o piloto.

La segunda etapa en el proceso de ejecución de la técnica PHD es la perforación guía. Esta perforación se realiza mediante el empleo de un equipo de perforación que incluye a la maquinaria de barrenación y los accesorios correspondientes, los cuales son colocados en el sitio donde se iniciará la barrenación o punto de entrada dependiendo de la configuración geotécnica del subsuelo y topográfica de la superficie sin descuidar la presencia de instalaciones o estructuras existentes que puedan entorpecer o poner en riesgo el proceso de perforación.

La perforación piloto se debe efectuar a lo largo de la ruta especificada del proyecto, verificándose continuamente el rumbo de la misma, mediante una sonda situada cerca de la cabeza de perforación, en ella se debe usar un fluido de perforación inyectado a presión para proporcionar la fuerza hidráulica a la cabeza de barrenación para ejecutar el trabajo mediante rotación. Adicionalmente se usan lodos de perforación para estabilizar las paredes de la excavación, enfriar la herramienta de perforación, reducir el rozamiento y arrastrar los recortes del material hacia la superficie, por medio de un mecanismo de circulación continua.

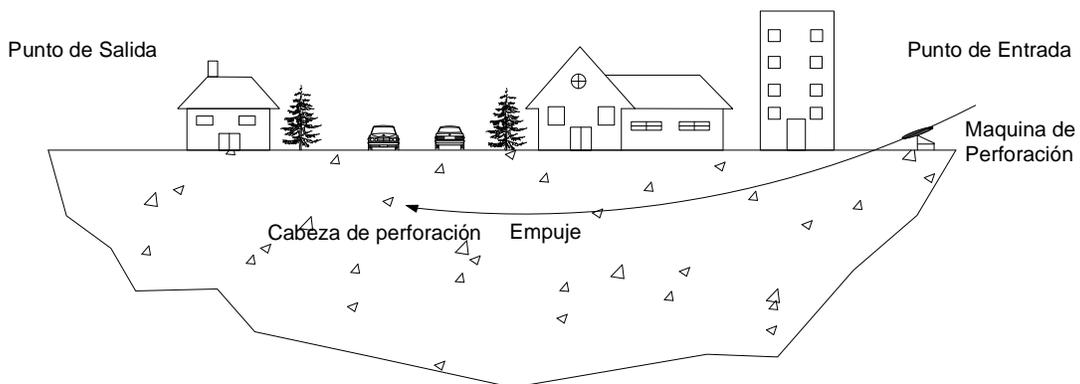


Figura V.2. Esquema representativo de la perforación inicial o piloto. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Ampliación del diámetro de la perforación piloto.

Una vez alcanzado el punto de salida, la cabeza de perforación se remueve de la sarta y en su lugar se coloca un ensanchador, cuya función es agrandar el diámetro de la

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

perforación inicial, que será halado por la máquina de barrenación. Este ensanchador puede también ser empujado por la maquinaria si es necesario realizar varios procesos de ampliación del diámetro de la perforación piloto. El objetivo de esta ampliación es facilitar la instalación de la tubería en la perforación realizada.

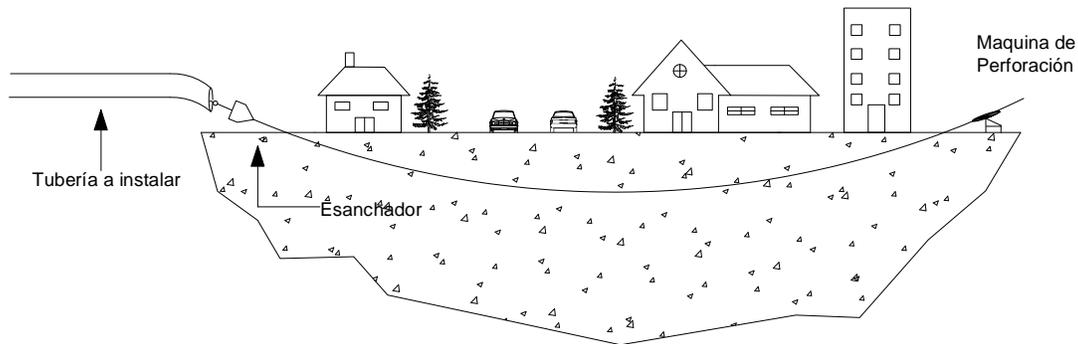


Figura V.3. Esquema representativo del proceso de ampliación de diámetro. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Instalación de la Tubería

Cuando el barreno tiene el diámetro adecuado para contener la tubería, ésta es arrastrada por la maquinaria de perforación. La tubería normalmente está protegida con una película anticorrosiva y se prueba hidrostáticamente, cuando es necesario, para garantizar su adecuado comportamiento.

Durante este proceso, la tubería es sometida a una serie de cargas y esfuerzos, los cuales es necesario estimar previamente para no rebasar los correspondientes a los estados de falla de la misma. Estas acciones a considerar son la tensión, flexión y presión externa. El análisis que debe efectuarse para la instalación de una tubería por PHD es diferente al método tradicional por zanja, debido a que la magnitud de las fuerzas mencionadas son relativamente elevadas. Aplica norma de PEMEX NRF-030-PEMEX-2006 Diseño, Construcción, Inspección y mantenimiento de Ductos Terrestres y Recolección de hidrocarburos.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

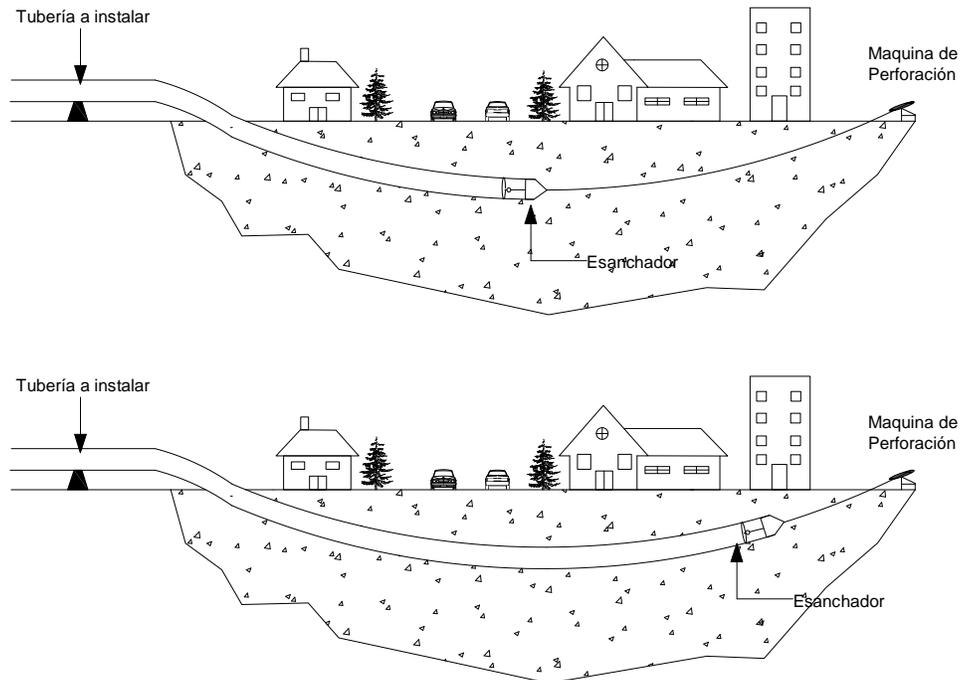


Figura V.4. Esquemas representativos del proceso de instalación de la tubería en la perforación previamente ensanchada. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Una vez especificados los trabajos paso a paso que se irán realizando como fueron, excavaciones a cielo abierto, perforación horizontal dirigida, relleno, acarreo, instalación de tubería, construcción de cajas de válvulas, etc.; a continuación se detalla el procedimiento constructivo que se deberá realizar en cada una de las zonas de la Central de Abastos.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura. K. Instalación de Tubería de Agua Potable con el Método de Perforación Direccional Horizontal.
Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

V.1.3. Soportería en la Zona de Frutas y Legumbres y Abarrotes.

Lado derecho (zona tragaluces).

Se tiene en promedio 12 tragaluces de aproximadamente 9 m., los cuales tienen 3 columnas, 2 laterales y una central, se colocarán ménsulas de 16+y 9+ así como un PTR, éstos servirán para garantizar que la tubería esté libre de movimiento y no sufra deterioro. A continuación se detalla el procedimiento constructivo de cada una de ellas.

Primer y Último tragaluz de cada nave, en estos se colocarán ménsulas de 16+ marca Clevis en la primera y columna media.

De igual manera en los demás tragaluces de cada nave se colocarán de la siguiente manera: la primera columna del siguiente tragaluz irá unida con un PTR cuadrado con la última columna del tragaluz anterior que servirá tanto de soporte de la tubería de PAD de 4+ de diámetro, como de puente para seguir con la trayectoria de la tubería entre tragaluz y tragaluz, sin afectar el canal de aguas pluviales que se tiene en la azotea de frutas y legumbres. Adicionalmente en la columna de en medio se colocará la ménsula de 16+ para tener una trayectoria limpia de la tubería y no tener pérdidas con tanto cambio de dirección. Como ya se mencionó, el tragaluz mide aprox. 9 m de largo, es por eso que se colocarán apoyos a cada 1.5 m., estos deberán estar fijados en la parte superior del tragaluz para que soporten la tubería y esté libre de movimiento.

1.- Se hará un barrenado en la columna para colocar 2 taquetes expansivos Clevis de 3/8+x 3+sobre la columna para fijar la ménsula de abanico de 16+a ésta, sobre la ménsula se fijará con una abrazadera omega ligera de 4+y con tornillos de 1/2+x 1 1/2+y tuercas de 1/2+la tubería de PAD de 4+.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

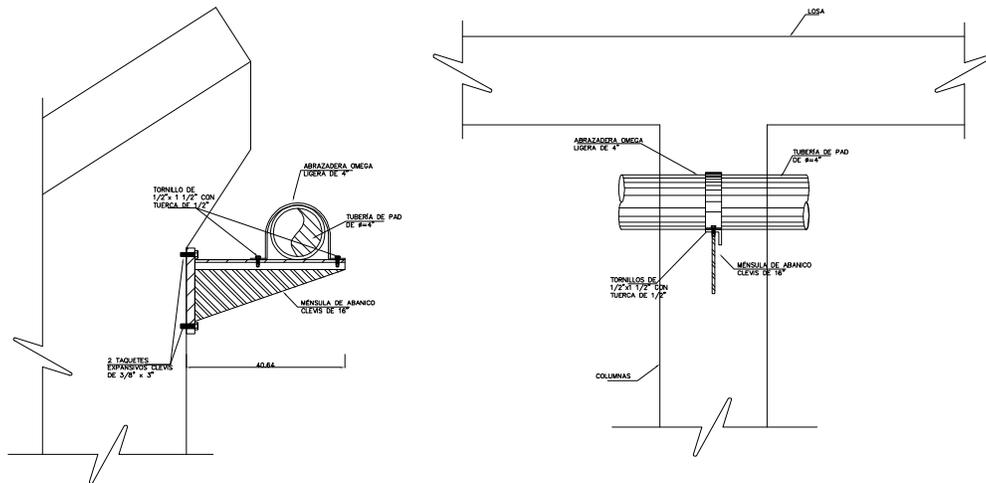


Figura V.5. Esquemas representativos de los tipos soportaría para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

2.- Se hará un barrenado en el techo del tragaluz para colocar 3 pijas con taquete de plástico de $\frac{1}{4} \times 2 \frac{1}{2}$ para colocar una placa de acero A-36 de $\frac{1}{8} \times 3$, para fijar y no permitir el movimiento de la tubería de 4+ de diámetro, posteriormente a una altura de 90 cm del ras de piso se colocará fijada a la placa una ménsula de abanico de 9+ Clevis, sobre la ménsula se fijará con una abrazadera omega ligera de 4+ y con tornillos de $\frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{2}$ y tuercas de $\frac{1}{2}$ la tubería de PAD de 4+

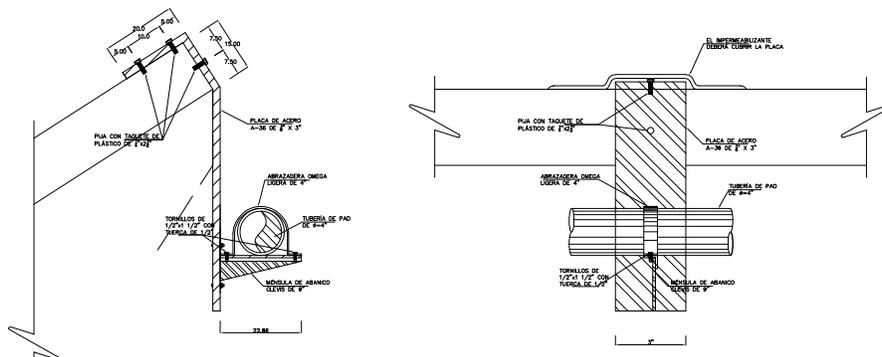


Figura V.6. Esquemas representativos de los tipos de soportaría para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura. L. Esquemas representativos de soportaría tipo Pera para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

3.-Se hará un barrenado en la columna para colocar una placa de acero A-36 de $\frac{1}{4} \times 15 \times 8$ con 4 tornillos tipo hilti de $\frac{1}{4} \times 3$ para fijar un ángulo de $\frac{3}{8} \times 3$, este servirá para anclar un montén PTR cuadrangular de 3×3 , sobre este último se fijará con una abrazadera omega ligera de $4 \times y$ con tornillos de $\frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{2}$ y tuercas de $\frac{1}{2}$ la tubería de PAD de 4 , esto para que sirva de soporte y evite el movimiento de la tubería.

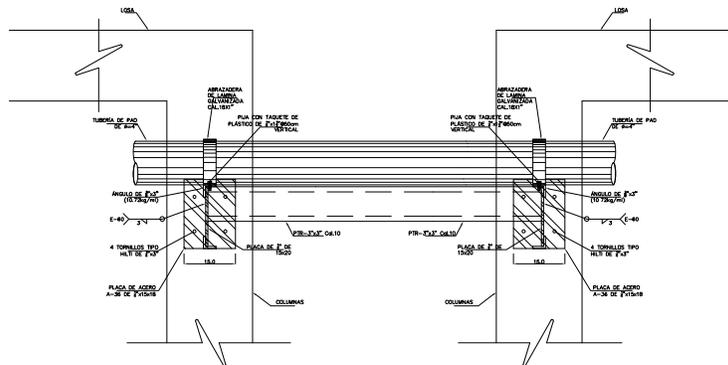


Figura V.7. Esquemas representativos de soportaría. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura. M. Soportaría para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

V.1.4. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 1ª y 2ª Etapa- Frutas y Legumbres.

Debido a que el proyecto consiste en la introducción de una nueva red de agua potable, se tomará la red existente de la periferia del área de frutas y legumbres de 12+ de diámetro, para conectar la nueva tubería de polietileno de alta densidad de 4+ y de 2+ de diámetro y de esta manera derivar en cada local con ½+ de diámetro.

1.- Se construyen 2 cajas de válvulas en cada pasillo con derivación de tubería de Polietileno de Alta Densidad (PAD) de 4+ de diámetro cada una, 1 alimentará a los

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

locales del lado derecho (lado de ventanas) y la otra del lado izquierdo (lado de tragaluces), ambas conectadas a la red existente, la cual es de 12+ de diámetro;

2.- Se instala la tubería de PAD de 4+ de diámetro con el método de excavación a cielo abierto, cruzando transversalmente el estacionamiento localizado a nivel de terreno, esta excavación se realizará hasta topar las escaleras de cada pasillo;

3.- Una vez realizadas la instalación de las tuberías, rellenando y reponiendo el asfalto, se procede a que las líneas sigan siendo instaladas, pero esta vez por fuera en cada uno de los extremos en los accesos de cada pasillo, estas tuberías serán fijadas al muro de la Central de Abastos por medio de abrazaderas omega.

4.- Antes de llegar al techo de los pasillos abajo del estacionamiento la alimentación se derivará con ayuda de una Tee reducida de 4+ x 2+ de diámetro para continuar así alimentando a los locales abajo del estacionamiento.

5.- Continuando con la trayectoria de la tubería por el muro del acceso al pasillo, al llegar al estacionamiento aéreo la tubería de PAD de 4+ se incorporará con ayuda de una perforación en el muro de este estacionamiento para así cruzarlo transversalmente hasta subir a la zona de ventanas y tragaluces de los pasillos de frutas y legumbres.

6.- Se realiza la transición del material de las dos tuberías, siendo así, de PAD a Acero de 4+, esto se hace con bridas stub-end de 4+ de diámetro, lo anterior debido que estará en el estacionamiento, para protegerlas se colocará un tope, el cual no afectará la losa del estacionamiento, debido a que esa losa, debe estar diseñada para un peso mayor por los vehículos de carga que pasan diariamente por ahí.

7.- Una vez que cruzaron las tuberías el estacionamiento una línea se irá hacia arriba, por la azotea de cada pasillo del lado derecho (zona de tragaluces) y la otra hacía el izquierdo (zona de ventanas), realizando en esta parte nuevamente la transición de material, ahora de acero a PAD de 4+ con las bridas stub-end. Las líneas ya de PAD tendrán una protección de acero para evitar fracturas en la tubería de algún vehículo que transite por ahí.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

8.- Al terminar el recorrido por la azotea de cada pasillo, la tubería de PAD de 4+ de diámetro, se incorporará nuevamente al área de estacionamiento como ya antes se mencionó para así continuar con el mismo proceso en cada una de las naves de frutas y legumbres hasta llegar a conectarse a la otra caja de válvulas.

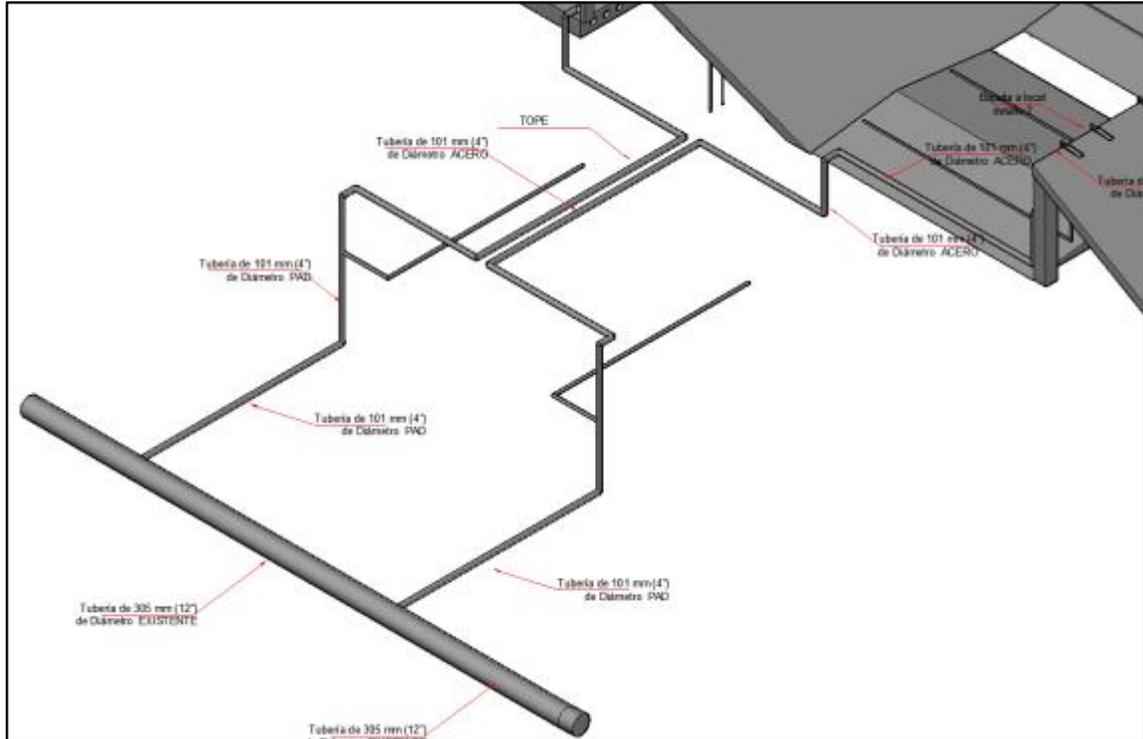


Figura V.8. Esquema representativo de la trayectoria de la tubería tomando de partida la línea existente de 12+ de diámetro, subiendo por el acceso al pasillo e incorporándose al estacionamiento cubiertas por un tope. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

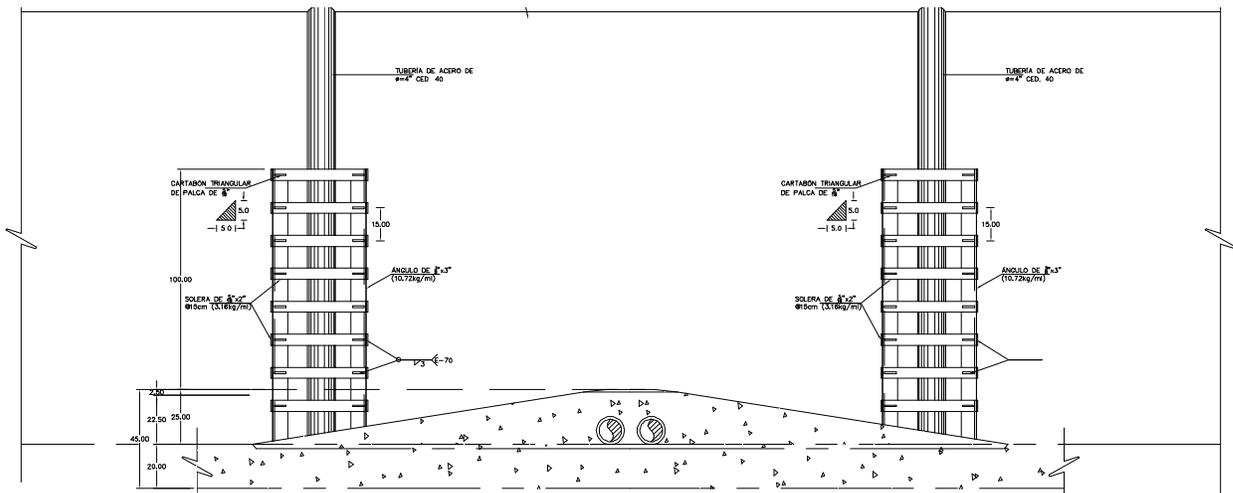


Figura V.9. Esquema representativo del tope que protegerá a las dos tuberías de 4+ de acero en el área de estacionamiento aéreo. Muestra también las protecciones de la tubería. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura. N. Esquema representativo del tope que protegerá a las dos tuberías de 4+ de acero en el área de estacionamiento aéreo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.



Figura. O. Esquema representativo de las protecciones de la tubería. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

A partir de este punto cada línea tomará su curso para poder alimentar cada lado de la nave. A continuación se detallará cada lado de la nave, derecho e izquierdo.

- Lado derecho (zona tragaluces)
1. La tubería de 4+ de diámetro de PAD se eleva a la mitad de los tragaluces (en 90 cm. a ras de piso), para así continuar la trayectoria, para el primer y último tragaluz de cada nave, se colocará en la primer columna del tragaluz una ménsula de abanico marca Clevis de 16+, sujetando la tubería con abrazadera omega de 4+ de diámetro, los tragaluces miden 9 m., así que la tubería irá soportada a base de la placa de acero fijada en la parte superior del tragaluz y en esta se colocará una ménsula de abanico de 9+, esta soportería se colocará a cada 1.5 m., por lo tanto en cada tragaluz deberán ir 6 juegos de este tipo de soportería, en la segunda columna se colocará la misma ménsula de 16+ y finalmente en la última columna del tragaluz se colocará un PTR cuadrado que servirá tanto de soporte de la tubería de PAD de 4+ de diámetro, como de puente para seguir con la trayectoria de la tubería entre tragaluz y tragaluz, sin afectar el canal de aguas pluviales que se tiene en la azotea de frutas y legumbres. Cabe mencionar que los siguientes tragaluces solo llevarán en la columna de en medio la ménsula de 16+ para tener una trayectoria limpia de la tubería. (El procedimiento constructivo de cada soporte se detalla en el P.C. de soportería en área de tragaluces).
 2. Teniendo instalada la tubería de PAD de 4+ de diámetro se procede a realizar las derivaciones de ½+ de diámetro a cada local, en este caso, la zona de tragaluces, alimentará el lado derecho del pasillo.
 3. Donde se localice un local se realizará una bajada, esto de la siguiente manera: de la tubería de PAD de 4+ de diámetro se colocará una silleta de 4+ x ½+, posteriormente se conectará un adaptador hidrotoma de ½+, esto con el objetivo de que se realice la transición de material, de PAD a Fo.Ga., éste último será el material que cruzará transversalmente sólo la losa de azotea.
 4. Seguido del adaptador hidrotoma, se colocará un tramo de tubo de Fo.Ga. de ½+, posteriormente se colocará un codo de 90° de Fo.Ga. de ½+ de esta

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

manera la tubería se posiciona sobre la losa de spancrete de la azotea, la tubería irá fijada por medio de abrazaderas omega de $\frac{1}{2}$ +, y cruzará transversalmente la losa de azotea (aprox. 4 m.) hasta llegar al punto de bajada del local.

5. Al llegar a este punto se perforará la losa spancrete. Una vez ingresando al local, se hará nuevamente la transición de material, de igual manera conectando a la tubería de Fo.Ga. de $\frac{1}{2}$ + de diámetro un adaptador hidrotoma, para pasar de Fo.Ga. a PAD, se termofusiona el PAD con el adaptador y comienza a bajar la tubería de PAD, una vez llegando una altura razonable para poder hacer las lecturas al medidor se vuelve a colocar otro adaptador hidrotoma seguido por un Niple de Fo.Ga. y posteriormente se conectarán las válvulas y el medidor, seguido por un último un adaptador de hidrotoma para continuar con la bajada de tubería de PAD hasta llegar al piso del local o a la altura del cuadro medidor existente, posteriormente termofusionará la tubería de PAD con un codo de 90° de PAD de $\frac{1}{2}$ +, seguido de un adaptador hembra y macho para dejar lista la conexión al cuadro existente del local.

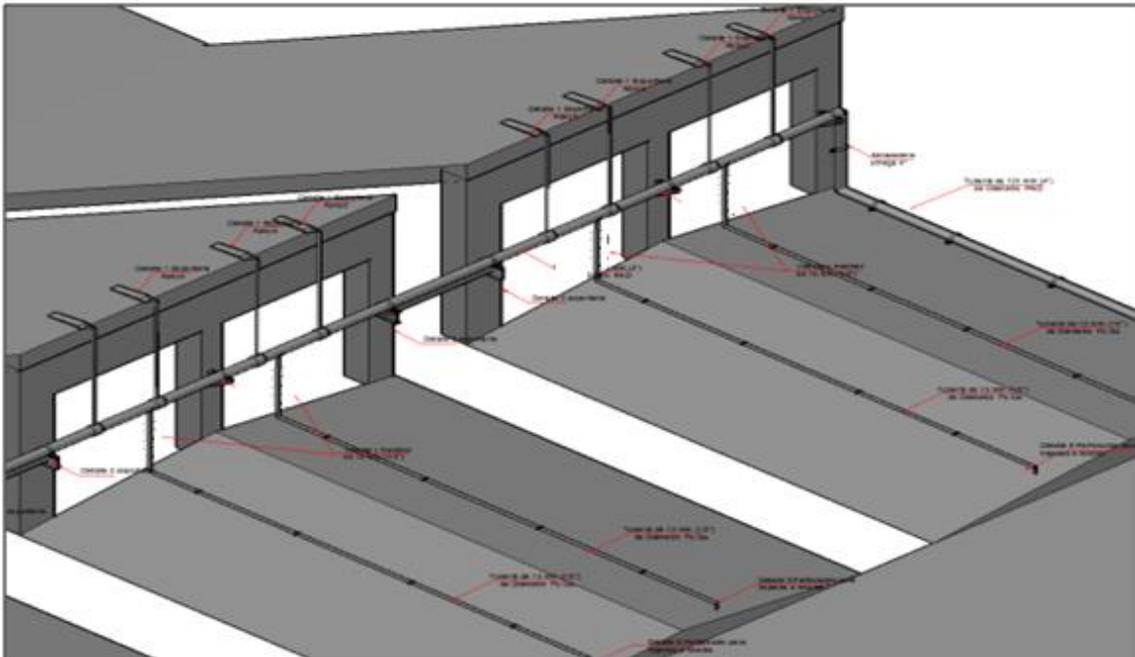


Figura V.10. Esquema representativo de la trayectoria de la tubería y de la alimentación a cada uno de los locales del lado de la zona de tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

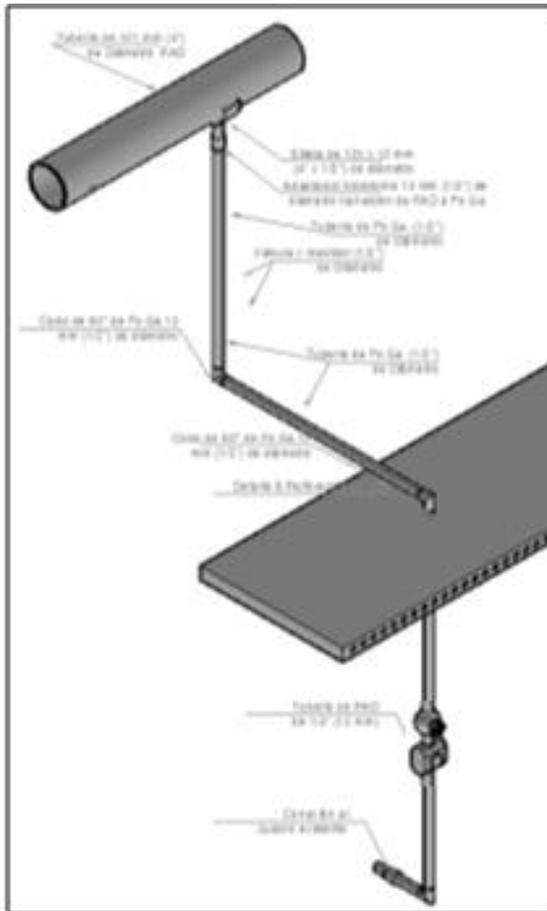


Figura V.11. Esquema representativo de la bajada de alimentación a local del lado de tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.



Figura. P. Trayectoria de la tubería de Fo.Ga. Para la Bajada a los Locales Zona de Tragaluces.

Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura Q. Bajada a los Locales Zona de Tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

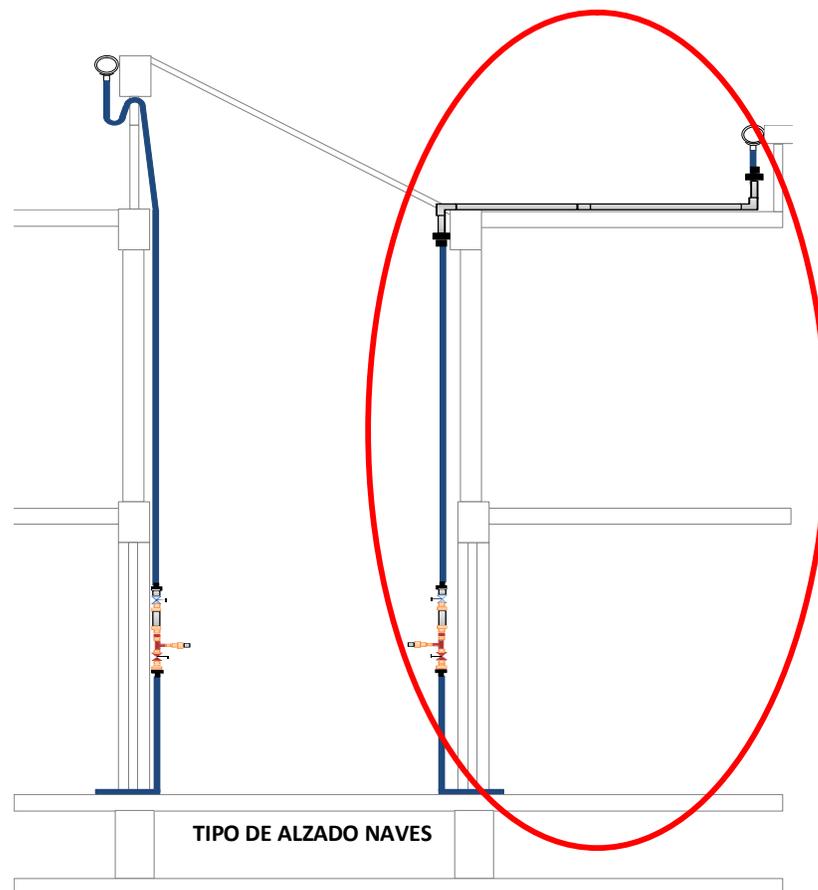


Figura R. Tipo de Bajada a los Locales Zona de Tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

- Bajada hacia los locales abajo del estacionamiento entre naves.

En la zona de ventanas, para ser específicos, al término de cada nave, en la última ventana, también se harán derivaciones hacia los locales abajo del estacionamiento y para los locales que están intermedios en esa zona. Cerrando el circuito de esa parte, subiendo por la primera ventana de la siguiente nave. A continuación se detalla el procedimiento constructivo de estas bajadas.

1. Derivando de la tubería de PAD de 4+ de diámetro, en la última ventana se instalará una silleta reducida de 4+ a 2+ se termofusiona el PAD de 2+ de diámetro, para posteriormente se conecta un codo de 90° de 2+ de esta manera la tubería entrara por la ventana de la azotea, la tubería irá fijada por medio soportes y de abrazaderas omega de 2+ anclados al muro tipo faldón que divide de un pasillo a otro.
2. Baja la tubería de PAD terminando el faldón para posteriormente salir hacia el pasillo y poderse derivar en dos líneas de 2+, las cuales alimentarán a los locales de esta zona, una de cada lado.
3. Habiendo llegado al punto donde se encuentran los locales abajo del estacionamiento, se hará la derivación de cada lado, una para los locales derechos y otra para los izquierdos, la línea de 2+ de diámetro cruzará por toda esa área.
4. En cada local se hará una derivación, colocando de esta manera una silleta reducida de 2+ x ½+ de diámetro para así realizar la alimentación al local con ½+, posteriormente termofusionada a la silleta se colocará un codo de 90° para pegarnos a la columna del local, una vez realizado esto, se colocara su válvula y medidor de cada local hasta bajar de esta manera a nivel de piso y colocar un codo de 90°, un adaptador hembra y uno macho para conectarse al cuadro existente.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Para los locales intermedios:

5. Partiendo de la tubería de PAD de 2+ instalada abajo del estacionamiento, se dejarán 2 alimentaciones del lado derecho y dos del lado izquierdo para abastecer a los locales intermedios.
6. De la tubería de PAD de 2+ de diámetro se deriva en cada local colocando de esta manera una silleta reducida de 2+x ½+ de diámetro para así realizar la alimentación al local con ½+, posteriormente termofusionada a la silleta se colocará un codo de 90° para pegarnos a la columna del local, una vez realizado esto, se colocara su válvula y medidor de cada local hasta bajar de esta manera a nivel de piso y colocar un codo de 90°, un adaptador hembra y uno macho para conectarse al cuadro existente.

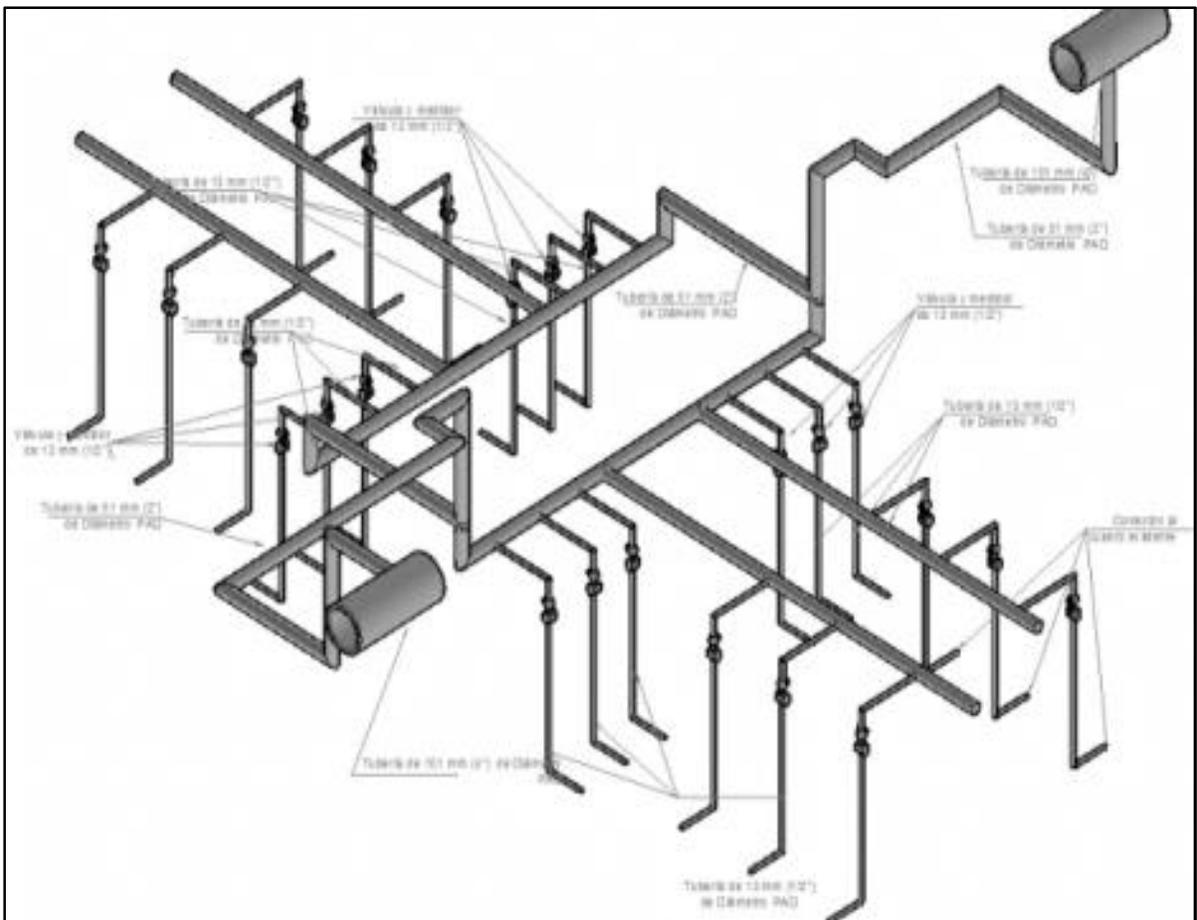


Figura V.12. Esquema representativo de la distribución de las líneas de agua potable para abastecer locales abajo del estacionamiento e intermedios. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Para los locales abajo del estacionamiento en el acceso de cada pasillo.

1. Antes de llegar al techo se deberá dejar una derivación para cada línea de que entrará a la central. Se termofusionará la tubería de PAD de 4+ de diámetro una silleta reducida de 4+ a 2+ para posteriormente realizar la derivación a cada local en los accesos del pasillo así como a los locales intermedios de esta zona.
2. De la tubería de PAD de 2+ de diámetro se deriva en cada local colocando de esta manera una silleta reducida de 2+ x ½+ de diámetro para así realizar la alimentación al local con ½+, posteriormente termofusionada a la silleta se colocará un codo de 90° para pegarnos a la columna del local, una vez realizado esto, se colocara su válvula y medidor de cada local hasta bajar de esta manera a nivel de piso y colocar un codo de 90°, un adaptador hembra y uno macho para conectarse al cuadro existente.

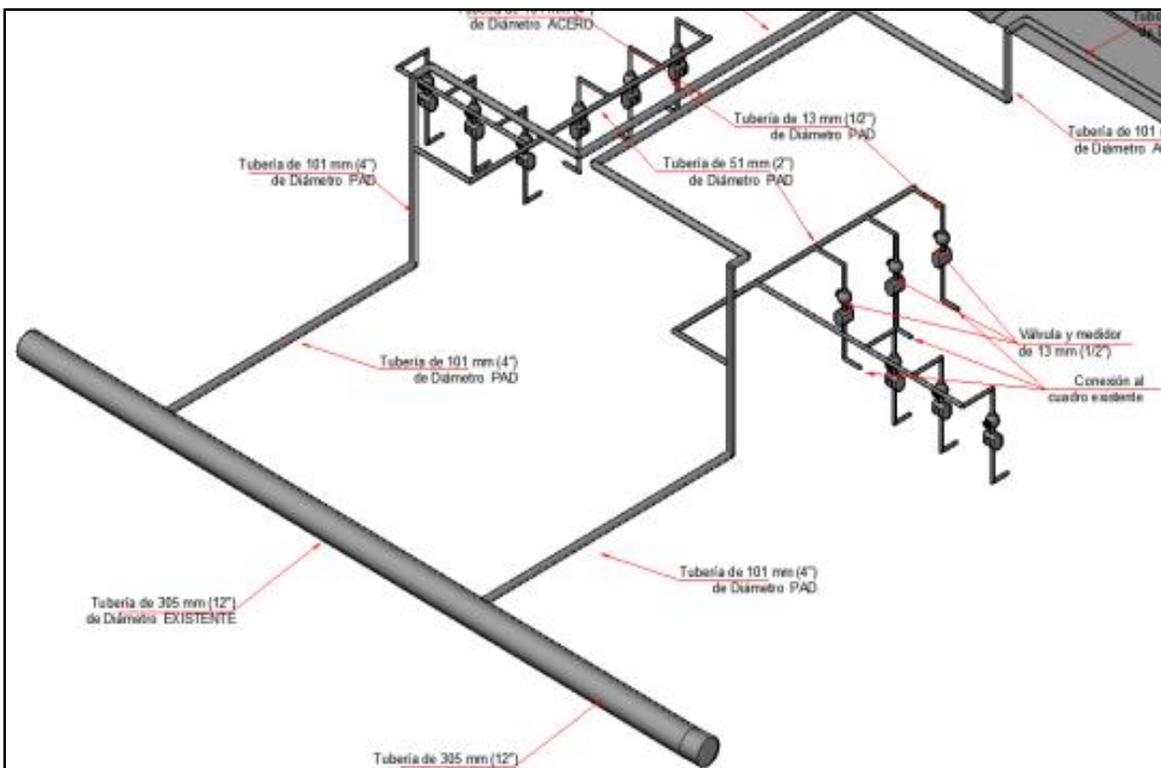


Figura V.13. Esquema representativo de la distribución de las líneas de agua potable para abastecer locales de acceso a cada pasillo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

- Lado izquierdo (zona ventanas).
1. La tubería de 4+ de diámetro de PAD se eleva por encima de la ventana, para recorrer por la trabe para así continuar la trayectoria. Arriba de cada ventana se colocarán ménsulas de abanico de 16+, sujetadas con abrazaderas omega, lo anterior con la intención que sirvan de soporte para la tubería, al llegar a cada columna principal se colocará otra ménsula de abanico de 9+, de igual manera sujetadas con abrazaderas omega; la diferencia de medidas de las ménsulas es porque se necesita que la tubería de 4+ tenga una buena trayectoria.
 2. Teniendo instalada la tubería de PAD de 4+ de diámetro se procede a realizar las derivaciones de ½+ de diámetro a cada local, en este caso, la zona de ventanas, alimentará el lado izquierdo del pasillo.
 3. Donde se localice un local se realizará una bajada directa, esto de la siguiente manera: de la tubería de PAD de 4+ de diámetro se colocará una silleta de 4+ x ½+, posteriormente se termofusiona la tubería de PAD a la silleta, que entrara por las ventanas, alineada y pegada a las columnas por medio de soportes. Una vez ingresando al local, y a una altura donde se puedan realizar las lecturas al medidor, se conecta a la tubería de PAD. de ½+ de diámetro un adaptador hidrotoma, para pasar a Fo.Ga., se termofusiona el PAD con el adaptador se conectará un Niple de Fo.Ga. de ½+ y posteriormente se conectarán las válvulas y el medidor, se hará nuevamente la transición de material, de igual manera conectando al último Niple de cobre de ½+ de diámetro un adaptador hidrotoma, para pasar a PAD.
 4. Se termofusiona el adaptador al PAD y comienza a bajar la tubería de PAD hasta llegar al piso del local o a la altura del cuadro medidor existente, posteriormente termofusionará la tubería de PAD con un codo de 90° de PAD de ½+, seguido de un adaptador hembra y macho para dejar lista la conexión al cuadro existente del local.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura. S. Esquema Representativo de la bajada de alimentación a local del lado de Ventanas.

Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

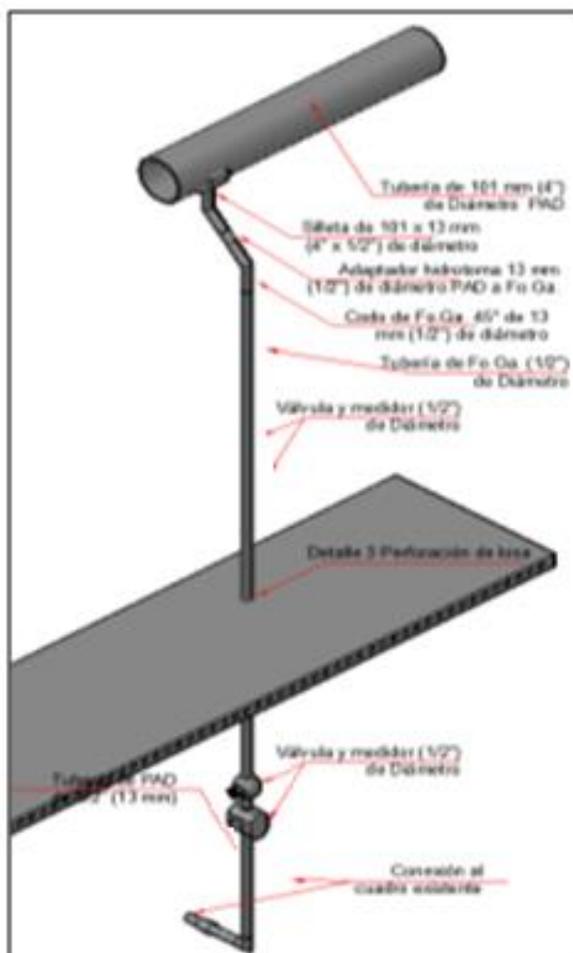


Figura V.14. Esquema representativo de la bajada de alimentación a local del lado de ventanas.

Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura U. Bajada a los Locales Zona de Ventanas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

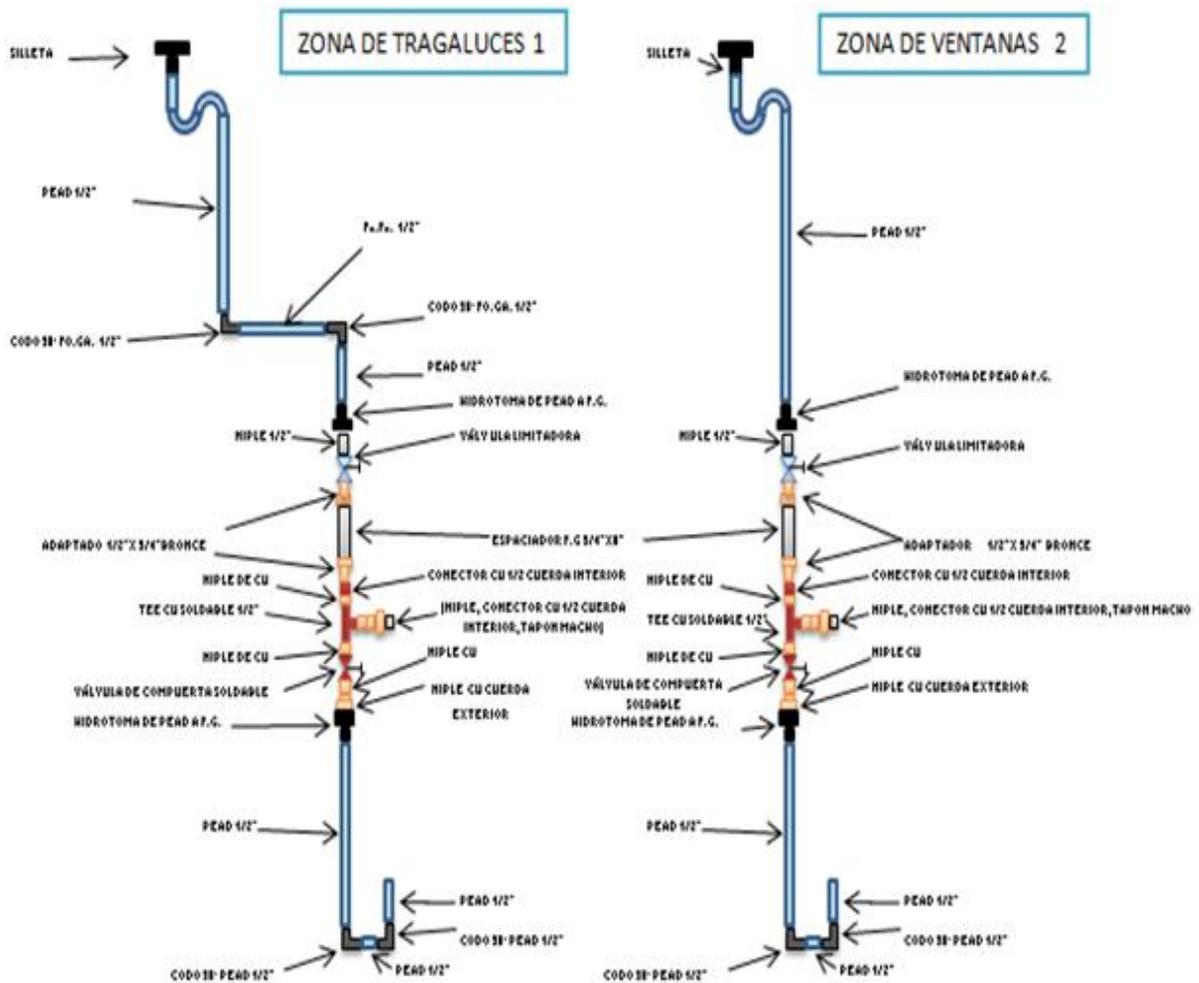


Figura V. Piezas y Tipos de Bajadas a los Locales. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

- Subasta

El área de subasta y productores tendrá la tubería instalada con perforación direccional con lumbreras de empuje para una instalación más rápida y eficaz, será de polietileno de alta densidad de 4+ de diámetro, dejando disparos de PAD de 2+ de diámetro, los cuales se harán con excavación en zanja.

1.- Realizar perforación direccional como se describió anteriormente en el proceso constructivo de ésta. La perforación direccional se hará en la periferia del área de subasta, instalando tubería de PAD de 4+ de diámetro, la cual estará conectada con la línea existente de 12+ de diámetro y se colocarán las válvulas correspondientes, de la manera en que la siguiente figura lo indica.

2.- Se dejarán disparos de PAD de 2+ de diámetro, los cuales serán instalados con ayuda de la excavación en zanja. La preparación de estos disparos se quedará lista para que en un futuro el personal de la Central de Abastos pueda realizar una conexión.

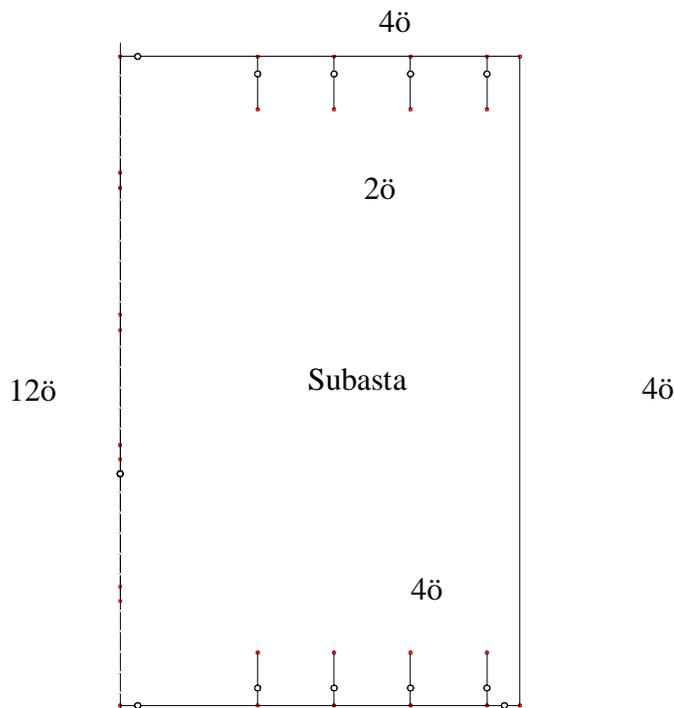


Figura V.16. Planta de Subasta, indicando el diámetro de tubería en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

- Aves y Cárnicos y Frigorífico

Para el área de aves y cárnicos y frigorífico se dejarán disparos de PAD de 4+ de diámetro, los cuales se realizarán a base de excavación en zanja, para de igual manera dejar preparación debido a que en esta área se cuenta con su red en buenas condiciones.

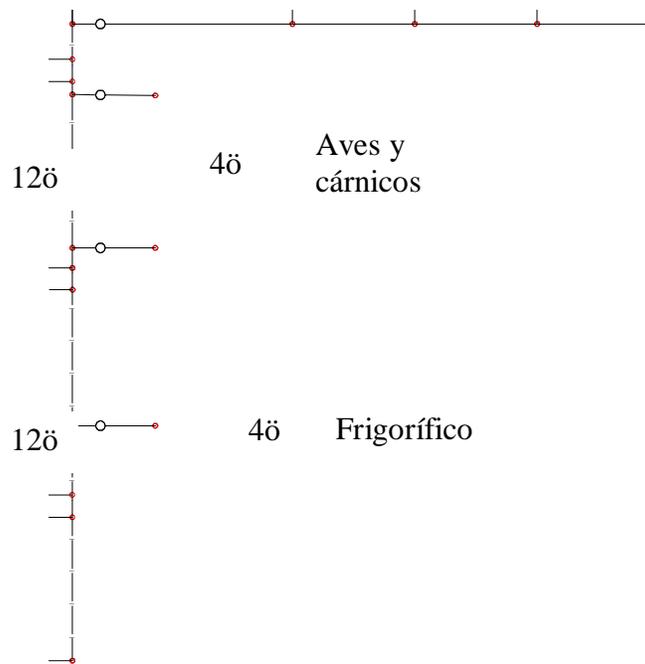


Figura V.17. Planta del área de Aves y cárnicos y frigorífico, indicando el diámetro de tubería en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014

V.1.5. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 3ª Etapa- Flores y Hortalizas, Envases vacíos y Bodegas de Transferencia.

- Flores y hortalizas.

Para la nueva red de distribución de agua potable en la sección de flores y hortalizas de la Central de Abastos de la Ciudad de México, se están considerando dos etapas.

La primera, la cual considera la instalación de tubería de polietileno de alta densidad (PAD) de 6+ y 4+ de diámetro a base del método de perforación

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

direccionales, con lumbreras de empuje y extracción de dimensiones de 2.00 x 2.00 x 2.00 m. a cada 150 m. en cambios de dirección y en conexiones.

1.- Realizar perforación direccional como se describió anteriormente en el proceso constructivo de ésta. La perforación direccional se hará en la periferia de las 3 naves de flores y hortalizas, así como en las vialidades entre las naves se colocará con perforación direccional tubería de PAD de 4" de diámetro.

2.- Se instala la tubería de 6" conectándose a la red existente de 12" de diámetro para así continuar con el proyecto y las derivaciones sean las correctas.

3.- Una vez instalada la tubería de PAD de 6" se realizarán derivaciones de 1/2", las cuales serán alimentaciones para hidrantes, estos disparos se realizarán a base de excavación de zanja, los cuales se posicionarán a cada 12 metros de separación, la conexión para este hidrante se hará con ayuda de una silleta reducida de 6" x 1/2", posterior a esta se termofusionará con un adaptador hidrotoma de 1/2", para realizar la transición de material de PAD a Fo.Ga., esta tubería recorrerá de forma longitudinal aproximadamente 6.5 m, en ese punto se colocará un codo de 90° para salir a superficie conectando un tramo de tubería de 90 cm y soportado con abrazaderas omega de 1/2" de diámetro, luego se conecta otro codo de 90°, para posteriormente colocar la válvula y el medidor para finalizar con la conexión de la llave de nariz.

4.- Una vez realizada la preparación se realizarán los hidrantes, éstos serán a base de muros de protección con tabique rojo recocido 7 x 14 x 21 cm con dos cadenas de cerramiento de 15 x 15 cm armadas con 4Ø de 3/8" y estribos de 1/4" @ 20 cm, con concreto hidráulico $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

5.- Para protección en las esquinas de los muros de estos hidrantes se instalarán ángulos, siendo estos de acero de 2" x 2" x 1/4". Se colocará una rejilla Irving de acero de 30 x 30 cm para inspección y toma de lectura del medidor. A base de

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

solera de 7.94 x 31.75 mm @ 2cm soldada a marco de ángulo de 38.10 x 4.76 mm, contramarco de 19.05 x 4.76 mm fijado con mortero cemento-arena 1:4.

- Ampliación Flores y Hortalizas.

Mientras que la segunda etapa se considera la ampliación de la red de Flores y Hortalizas con una tubería de PAD de 4+de diámetro instalada por el método de perforación direccional.

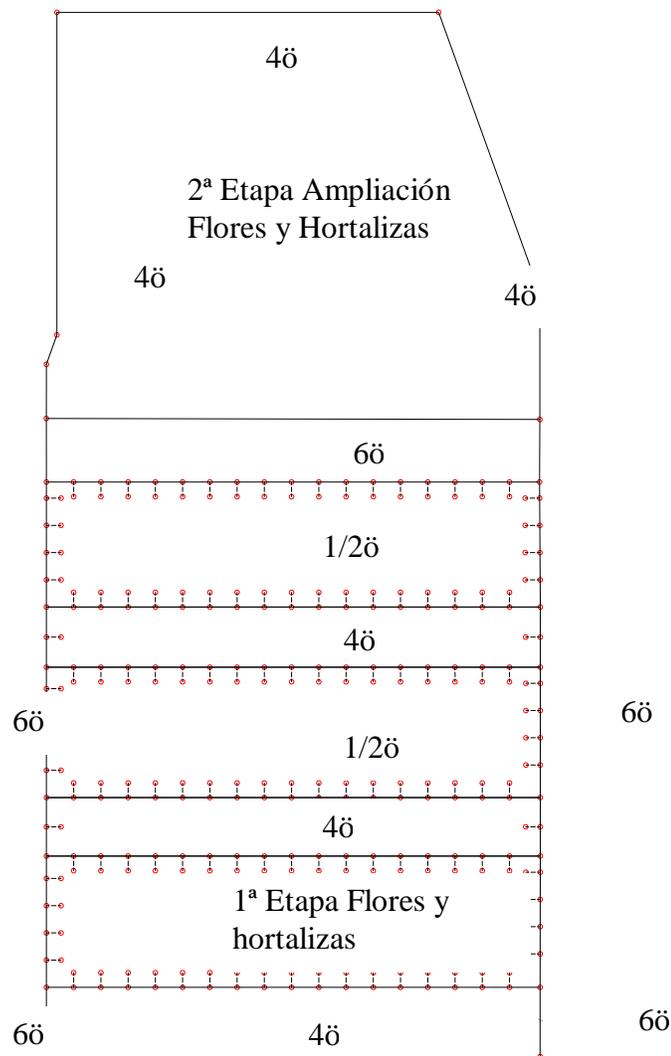


Figura V.18. Planta de Flores y Hortalizas etapa 1 y 2, así como instalación de la tubería que se proyecta en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

- Envases vacíos

Para la nueva red de distribución de agua potable en la sección de envases vacíos de la central de abastos de la ciudad de México, en esta sección se proyectó instalar tubería de polietileno de alta densidad (PAD) de 6+ y 4+ de diámetro a base del método de perforación direccional con lumbreras de empuje y extracción de dimensiones de 2.00 x 2.00 x 2.00 m. a cada 150 m.

1.- Se realizará la perforación direccional como se describe anteriormente, para realizar la instalación de la tubería de PAD de 6+ y 4+ en la periferia de lo que es la zona de Envases Vacíos.

2.- Se colocarán válvulas de seccionamiento en cada intersección, según sea práctico para el proyecto.

3.- Una vez instalada la tubería anteriormente mencionada a base de la perforación direccional, se llevarán a cabo excavaciones a zanja entre 9 y 17 m de largo para conectar a la tubería de 6+ y de 4+ tubería de PAD de 2+ de diámetro, esto con el objetivo de dejar la preparación para una futura conexión por parte del personal de la central de abastos.

- Bodegas de transferencia.

Para la nueva red de distribución de agua potable en la sección de bodegas de transferencia de la central de abastos de la ciudad de México, en esta sección se proyectó para instalar tubería de polietileno de alta densidad (PAD) de 6+ y 4+ de diámetro a base del método de perforación direccional, con lumbreras de empuje y extracción de dimensiones de 2.00 x 2.00 x 2.00 m. a cada 150 m.

1.- Se realizará la perforación direccional como se describe anteriormente, para realizar la instalación de la tubería de PAD de 6+ y 4+ en la periferia de lo que es la zona de Bodegas de Transferencia, esta tubería se conectará a la línea existente de 12+ de diámetro.

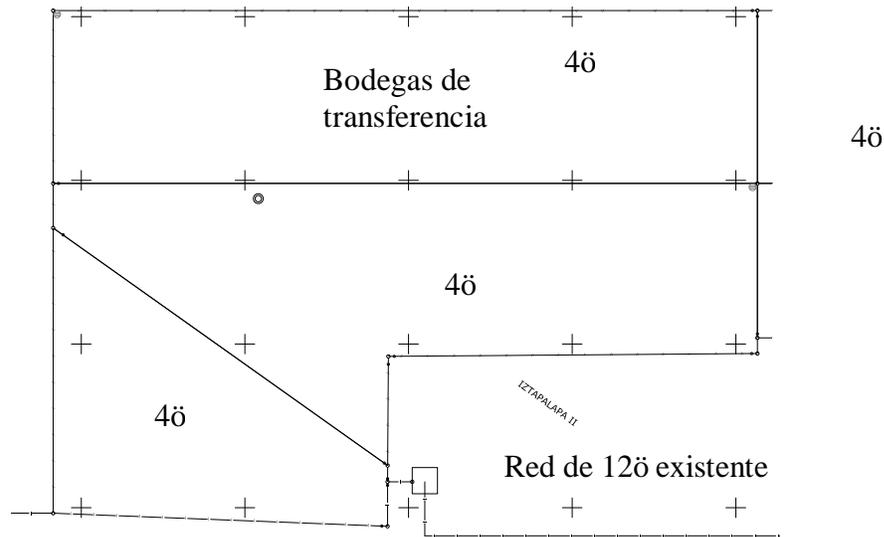


Figura V.19. Esquema representativo de la trayectoria de la tubería de 12+ y conexión con tubería de 4+. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

V.1.6. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 4ª Etapa- Abarrotes.

- Abarrotes.

La instalación de la tubería de agua potable en el área de abarrotes se realizará de igual manera que en frutas y legumbres, debido a que son menos naves, pero tiene la misma distribución que frutas y legumbres, sin embargo esta zona tiene específicamente algunas diferencias en la instalación de la línea de alimentación, las cuales se mencionan a continuación. En esta zona en lugar de conectarse toda la red a la existente se propuso se realizaran nuevas cajas de válvulas y una nueva línea de 6+ de diámetro de PAD, que a su vez está será la que se conecte a la existente para poder abastecer a esta sección de la Central de Abastos. La tubería instalada en la periferia de abarrotes se hará con perforación direccional y se derivará a 4+ de diámetro, esta última se instalará con zanja para posteriormente incorporarse a la Central de Abastos de la misma forma que en frutas y legumbres.

1. Partiendo de la tubería existente de 12+ de diámetro, se conectará la línea proyecto de PAD de 6+ de diámetro. Esta línea de 6+ de diámetro se instalará a base de la perforación direccional, anteriormente descrita. Sin

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

olvidar la construcción de las cajas de válvulas sugeridas en el proyecto, se realizarán 2 en cada acceso de pasillo de abarrotes.

2. Una vez instalada la tubería y realizadas las cajas de válvulas se conectará la tubería de PAD de 4+ de diámetro en zanja para proceder con el mismo procedimiento ya mencionado en frutas y legumbres.

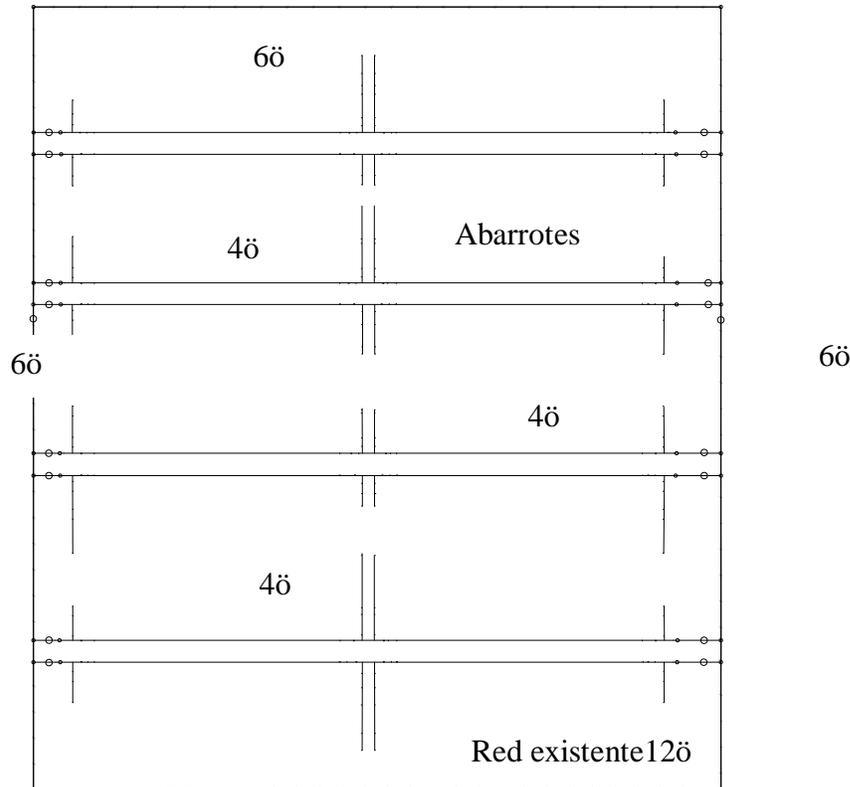


Figura V.20. Planta de Abarrotes, indicando el diámetro de tubería en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

V.1.7. Instalación de Tubería de Agua Potable en la 5ª Etapa- Zona Norte.

- Zona Norte.
- Bodegas de transferencia.

Para la nueva red de distribución de agua potable en el área de Zona Norte de la Central de Abastos de la Ciudad de México, en esta sección se proyectó para instalar tubería d

V.2. Especificaciones de Materiales.

V.2.1. Especificaciones de Materiales para la Instalación de Tubería de Agua Potable a Cielo Abierto.

Limpieza y Trazo en el Área de Trabajo.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por limpieza y trazo a las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas, etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; asimismo en el alcance de este concepto está implícito el trazo y la nivelación instalando bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir.

En ningún caso la Comisión hará más de un pago por limpia, trazo y nivelación ejecutados en la misma superficie.

Cuando se ejecuten conjuntamente con la excavación de la obra y/o el desmonte algunas actividades de desyerbe y limpia, la Comisión no considerará pago alguno.

MEDICIÓN Y PAGO. Para fines de pago se medirá el área de trabajo de la superficie objeto de limpia, trazo y nivelación, medida ésta en su proyección horizontal, y tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación a la unidad.

Trazo y Corte con Cortadora de Disco en Pavimento Asfáltico y Pavimento Hidráulico.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Esta actividad se deberá realizar con cortadora de disco o equipo similar que garantice los alineamientos requeridos de acuerdo con el proyecto, debiendo ser vertical y realizando el corte hasta la profundidad necesaria; se incluyen en este concepto todos los cargos directos e indirectos, la mano de obra correspondiente y los materiales tales como el disco, agua, etc., así como la operación del equipo.

MEDICIÓN Y PAGO. Este se hará por metro lineal de corte en función del proyecto no considerándose para fines de pago la obra ejecutada fuera de los lineamientos fijados en el proyecto.

Ruptura de Pavimento Adoquinado, Asfáltico y de Concreto.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Al llevarse a cabo este tipo de trabajos, se procurará en todos los casos efectuar la ruptura, evitando al máximo perjudicar el pavimento restante y molestias a la población.

OBRA. Comprende la ejecución de todos los trabajos necesarios para la ruptura y su remoción a un sitio donde no interfiera ni dificulte la ejecución de los trabajos, ya que no será motivo de ningún pago adicional.

El corte en el pavimento se pagará por separado; y se evitará perjudicar el pavimento (en los conceptos en que proceda), y molestias a la población.

MEDICIÓN Y PAGO. Se medirá y pagará por metro cúbico y metros cuadrados en el caso del pavimento adoquinado y la banqueta de concreto con aproximación a un décimo, conforme a las dimensiones de proyecto.

No se considerará para fines de gasto la cantidad de obra ejecutada por el Contratista fuera de los lineamientos fijados en el proyecto y/o las indicaciones del Ingeniero.

Reposición Pavimento Asfáltico.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. La reposición del pavimento asfáltico se hará sobre una base compactada (que no se incluirá dentro de este precio), en la reposición del pavimento se podrán fabricar mezclas asfálticas de materiales pétreos y productos asfálticos en el lugar mismo de la obra, empleando conformadoras o mezcladoras ambulantes. Las mezclas asfálticas formarán una carpeta compacta con el mínimo de vacíos, ya que se usarán materiales graduados para que sea uniforme y resistente a las deformaciones producidas por las cargas y

prácticamente impermeable. El material pétreo deberá constar de partículas sanas de material triturado, exentas de materias extrañas y su granulometría debe cumplir con las especificaciones para materiales pétreos en mezclas asfálticas.

No se deberán utilizar agregados cuyos fragmentos sean en forma de lajas, que contengan materia orgánica, grumos arcillosos o más de 20% de fragmentos suaves. Los materiales asfálticos deben reunir los requisitos establecidos por las Especificaciones de Petróleos Mexicanos.

La mezcla deberá prepararse a mano o con maquina mezcladora y colocarse en capas de espesor inferior al definitivo; independientemente que se use mezcla en frío o caliente, deberá compactarse de inmediato, ya sea con pizón o con plancha o equipo similar pero adecuado al proyecto. El acabado deberá ser igual al del pavimento existente.

MEDICIÓN Y PAGO. La construcción o reposición de pavimento asfáltico se pagará por metro cuadrado con aproximación a un décimo, en base a proyecto y en función del espesor de la carpeta.

Carga A Camión de Material Producto de Excavación.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. La suma de maniobras que se deban de realizar para cargar un camión con medios mecánicos o manuales, de material producto de excavación u otro tipo de materiales es lo que se valúa con la presente especificación, dentro de éstos incluye las posibles maniobras, acarreos y manejos que se requieran.

MEDICIÓN Y PAGO. La carga a camión de materiales producto de excavación se pagará por metro cúbico con aproximación al décimo, y para su notificación se utilizarán líneas de proyectos originales, es decir, lleva involucrado el abundamiento, por lo que el contratista deberá valorar el tipo de material, así como las condiciones en que se encuentre.

Excavación para Formación de Zanjas.

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por material común, tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que cubiquen aisladamente menos de 0.75 de metro cúbico y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como material III.

Se entenderá por "material III" la que se encuentra en mantos con dureza y con textura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente con el solo uso de zapapico y que solo pueda removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de esta Clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta, o peñascos que cubiquen aisladamente más de 0.75 de metro cúbico.

Cuando el material común se encuentre entremezclado con el material III en una proporción igual o menor al 25% del volumen de ésta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como material III.

Para clasificar el material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar este compuesto por volúmenes parciales de material común y material III se determinará en forma estimativa el porcentaje en que cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.-Se entenderá por "excavación de zanjas" la que se realice según el proyecto y/u órdenes del Ingeniero para alojar la tubería de las redes de agua potable y alcantarillado, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja disponiéndolo de tal forma que no interfiera en el desarrollo normal de los

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

El producto de la excavación se depositará a uno o a ambos lados de la zanja, dejando libre en el lado que fije el Ingeniero un pasillo de 60 (sesenta) cm. entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material. El Contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso más de 5 (cinco) cm. de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente de proyecto.

Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas.

La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a contar del nivel natural del terreno, hasta el fondo de la excavación. El ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

El afine de los últimos 10 (diez) cm. del fondo de la excavación se deberá efectuar con menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si por exceso en el tiempo transcurrido entre el afine de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo afine antes de tender la tubería, este será por cuenta exclusiva del Contratista.

Cuando la excavación de zanjas se realice en material común, para alojar tuberías de concreto que no tenga la consistencia adecuada a juicio del Ingeniero, la parte central del fondo de la zanja se excavará en forma redondeada de manera que la

tubería apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. A este mismo efecto antes de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavar en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o "conchas" que alojen las campanas o cajas que formarán las juntas. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.

El Ingeniero deberá vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación hasta aquel en que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de 7 (siete) días calendario.

Cuando la excavación de zanjas se realice en material III, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero. El uso de explosivos se restringirá en aquellas zonas en que su utilización pueda causar perjuicios a las obras, o bien cuando por usarse explosivos dentro de una población se causen daños o molestias a sus habitantes.

Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del Ingeniero, este ordenará al Contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que existan las leyes o reglamentos en vigor.

La característica y la forma de los ademes y puntales serán fijadas por el Ingeniero sin que esto releve al Contratista de ser el único responsable de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El Ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o los trabajadores, hasta en tanto no se efectúen los trabajos de ademe o apuntalamiento.

El criterio constructivo del Contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación, no será motivo de cambio en el precio unitario, deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir.

En la definición de cada concepto queda implícito el objetivo de la Comisión, el Contratista debe proponer la manera de ejecución y su variación aun a petición de la Comisión (por improductivo) no será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las zanjas (por ejemplo para cajas de operación de válvulas, pozos, etc.) serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones para zanjas.

El Contratista deberá tomar en cuenta que la excavación no rebase los 200 mts., adelante del frente de instalación del tubo, a menos que la Comisión a través de su Representante lo considere conveniente en función de la estabilidad del terreno y cuente con la autorización por escrito.

Se ratifica que el pago que la Comisión realiza por las excavaciones, es función de la sección teórica del Proyecto por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

MEDICIÓN Y PAGO.-La excavación de zanjas se medirá en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el Contratista según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

No se considerarán para fines de pago las excavaciones hechas por el Contratista fuera de las líneas de proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto serán consideradas como sobre-excavaciones.

Los trabajos de bombeo que deba realizar el Contratista para efectuar las excavaciones y conservarlas en seco durante el tiempo de colocación de la tubería

le serán pagadas por separado. Igualmente le será pagado por separado el acarreo a los bancos de desperdicio que señale el Ingeniero, del material producto de excavaciones que no haya sido utilizado en el relleno de las zanjas por exceso de volumen, por su mala calidad o por cualquiera otra circunstancia.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso en que el material por excavar se encuentre bajo agua, con un tirante mínimo de 50 (cincuenta) cm. que no pueda ser desviada o agotada por bombeo en forma económicamente conveniente para la Comisión, quien ordenará y pagará en todo caso al Contratista las obras de desviación o el bombeo que deba efectuarse.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en material lodoso cuando por la consistencia del material se dificulte especialmente su extracción, incluso en el caso en que haya usado bombeo para abatir el nivel del agua que lo cubría; así mismo en terrenos pantanosos que se haga necesario el uso de dispositivos de sustentación (balsas) para el equipo de excavación. Y cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se le pagará al Contratista con el concepto que para tal efecto exista.

A manera de resumen se señalan las actividades fundamentales con carácter enunciativo.

- a).- Afloje del material y su extracción
- b).- Amacice o limpieza de plantilla y taludes de las zanjas y afines.
- c).- Remoción del material producto de las excavaciones.
- d).- Traspaleos verticales cuando éstos sean procedentes; y horizontales cuando se requieran.
- e).- Conservación de las excavaciones hasta la instalación satisfactoria de las tuberías.
- f).- Extracción de derrumbes.

El pago de los conceptos se hará en función de las características del material y de sus condiciones; es decir, seco o en agua.

Excavación con Equipo para Zanjas en Material Común, en Seco y en Agua.

Son aplicables las especificaciones señaladas en Excavación para formación de zanjas, etc., para efectos de pago de estos conceptos, se harán de acuerdo a la zona en que se desarrolle la excavación con base en lo siguiente:

ZONA A.- Zonas despobladas o pobladas sin instalaciones (toma domiciliaria, ductos eléctricos, telefónicos o hidráulicos).

ZONA B.- Zonas despobladas con instalaciones (tomas domiciliarias ductos eléctricos, telefónicos o hidráulicos) que dificulten la ejecución de la obra y cuyos desperfectos serán por cuenta del contratista.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Son aplicables los señalamientos de la especificación excavación para formación de zanjas, etc.

MEDICIÓN Y PAGO. La excavación de zanjas se cuantificará y pagará en metros cúbicos con aproximación al décimo. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el contratista directamente en la obra; para su volumen se podrá efectuar la cubicación de las mismas de acuerdo al proyecto autorizado o los planos aprobados de zanjas tipo vigentes o bien en función de las condiciones materiales o a las instrucciones giradas por el residente; los conceptos aplicables serán función de las condiciones en las que se realicen las excavaciones.

Revestimiento Compactado al 90%

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por revestimiento a la estructura formada con capas de materiales seleccionados que se tienden sobre las terracerías de caminos, a fin de servir como superficie de rodamiento. La construcción de los revestimientos se iniciará cuando las terracerías estén terminadas verificándose que la descarga del material sobre las terracerías se realice a las distancias racionales u ordenadas por la comisión, de acuerdo al

medio de transporte utilizado para el acarreo, y al espesor de proyecto; cuidando que el tendido mantenga un espesor uniforme, salvo cuando el proyecto indique lo contrario. Cuando por la característica de los materiales se requiera utilizar dos o más bancos para la construcción del revestimiento; la mezcla se hará con equipo, con la finalidad de obtener un material uniforme.

MEDICIÓN Y PAGO. La construcción de revestimientos se medirá tomando como unidad el metro cúbico del volumen colocado de acuerdo a líneas de proyecto. A continuación y de manera enunciativa se señalan las actividades fundamentales que indican este concepto:

- A).- Extracción, carga y descarga del material.
- B).- Acarreo al primer kilómetro.
- C).- Papeo o eliminación de sobretamaños.
- D).- Humedad requerida (adicionar o quitar).
- E).- Mezcla de materiales, previo tendido en capas.
- F).- Compactar al grado requerido.
- G).- Medido en función de líneas de proyecto, debiendo considerar desperdicios, abundamientos, etc., ya que éstos no serán motivos de pago.

Plantillas Apisonadas.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Cuando a juicio del Ingeniero el fondo de las excavaciones donde se instalarán tuberías no ofrezca la consistencia necesaria para sustentarlas y mantenerlas en su posición en forma estable o cuando la excavación haya sido hecha en roca que por su naturaleza no haya podido afinarse en grado tal para que la tubería tenga el asiento correcto, se construirá una plantilla apisonada de 10 cms. de espesor mínimo, hecha con material adecuado para dejar una superficie nivelada para una correcta colocación de la tubería.

La plantilla se apisonará hasta que el rebote del pisón señale que se ha logrado la mayor compactación posible, para lo cual al tiempo del apisonado se humedecerán los materiales que forman la plantilla para facilitar su compactación.

Así mismo la plantilla se podrá apisonar con pisón metálico o equipo, hasta lograr el grado de compactación estipulada.

La parte central de las plantillas que se construyan para apoyo de tuberías de concreto será construida en forma de canal semicircular para permitir que el cuadrante inferior de la tubería descanse en todo su desarrollo y longitud sobre la plantilla.

Las plantillas se construirán inmediatamente antes de tender la tubería y previamente a dicho tendido el Contratista deberá recabar el visto bueno del Ingeniero para la plantilla construida, ya que en caso contrario éste podrá ordenar, si lo considera conveniente, que se levante la tubería colocada y los tramos de plantilla que considere defectuosos y que se construyan nuevamente en forma correctas, sin que el Contratista tenga derechos a ninguna compensación adicional por este concepto.

MEDICIÓN Y PAGO.- La construcción de plantilla será medida para fines de pago en metros cúbicos con aproximación a un décimo. Al efecto se determinará directamente en la obra la plantilla construida. No se estimarán para fines de pago las superficies o volúmenes de plantilla construidas por el Contratista para relleno de sobre-excavaciones.

La construcción de plantillas se pagará al Contratista a los Precios Unitarios que correspondan en función del trabajo ejecutado; es decir, si es con material de banco o con material producto de excavación.

A continuación de manera enunciativa se señalan las principales actividades que deben incluir los precios unitarios de acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda.

- a).- Obtención, extracción de carga, acarreo primer kilómetro y descarga en el sitio de la utilización del material.
- b).- Selección del material.
- c).- Proporcionar la humedad necesaria para la compactación (aumentar o disminuir).
- d).- Compactar el porcentaje especificado.
- e).- Acarreo y maniobras totales.
- f).- Recompactar el terreno natural para restituir las condiciones originales antes de la colocación de la plantilla.

Suministro de Tuberías y Piezas Especiales.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro al efecto de proveer de tubería y piezas especiales, por parte del constructor, para la realización de la obra.

MEDICIÓN Y PAGO.- El suministro de tuberías se medirá por metro con aproximación de una centésima (0.01). No se aceptarán para pago, los volúmenes excedentes de tubería (no contabilizados en proyecto). El suministro de piezas especiales en general se medirá por pieza, no se aceptarán para pago, los volúmenes excedentes no contemplados en proyecto.

Instalación de Tuberías de Polietileno con Junteo por Termofusión.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Este tipo de tuberías fabricadas a base de polietileno, son instaladas en el campo juntando su extremos a tope por el procedimiento de termofusión, empleando herramientas especiales para ello.

Los contratistas cuyo personal no hayan tenido experiencia en la instalación de este tipo de tuberías, deberán realizar sus trabajos bajo la asesoría y supervisión que normalmente ofrecen los fabricantes de las mismas como parte de su promoción, la cual incluye el entrenamiento del personal del contratista.

En la instalación de las tuberías de polietileno, el contratista deberá utilizar las herramientas especializadas que para ello han diseñado y venden los fabricantes de este tipo de tubería.

En la instalación de tuberías de polietileno con junteo por termofusión, el contratista deberá cumplir las reglas siguientes:

- k) El almacenamiento de las tuberías y piezas especiales deberá hacerse en locales cerrados, o en su defecto, deberán cubrirse con lonas o cartón asfaltado para protegerlas de los efectos de intemperismo.
- l) Durante el tendido de la tubería, que podrá hacerse opcionalmente fuera de las cepas, se pondrá cuidado en que piedras u objetos cortantes no las dañen en sus superficies.
- m) El corte de las tuberías deberá ejecutarse empleando serrotes de carpintero de dientes suaves.
- n) En todos los caso los extremos del tubo o piezas especiales deberán alinearse empleando los carros y herramientas alineadoras recomendadas por el fabricante.
- o) La termofusión de los extremos de tuberías y piezas especiales se ejecutará empleando exclusivamente los calentadores eléctricos idóneos que para el efecto recomiendan y venden los fabricantes de esta tubería y la temperatura y tiempos de calentamiento deberán ser conforme a lo indicado en la tabla siguiente, salvo que el fabricante recomiende otros valores.
- p) Se pondrá especial cuidado en la termofusión evitando especialmente el calentamiento insuficiente o excesivo del plástico, por lo cual los calentadores serán justamente los especificados por los fabricantes de las tuberías. Se evitará también la exposición por mayor tiempo a la fuente de calor, para evitar chorreamiento inconveniente del plástico fundido.
- q) Previa aprobación del Ingeniero, el junteo de tubos y su unión a piezas especiales, se hará fuera de las capa, bajándolos después a estas, con sola

recomendación de vigilar que no sufran daños durante su manipulación en el curso de todas las operaciones que implica su tendido e instalación.

- r) Salvo que en los planos del proyecto si lo señale, generalmente las tuberías de polietileno con junteo por termofusión se instalarán en el fondo de las cepas sin construir plantilla, excepto cuando la excavación sea en roca, en cuyo caso se construirá una plantilla sin apisonar con espesor de 15 cms.
- s) Al tender las tuberías dentro de las cepas, se cuidará que queden serpenteando y en ningún caso se les forzarán a que queden con alineamiento estrictamente recto.
- t) Con las tuberías de polietileno con junteo por termofusión se podrá dar cualquier curvatura señalada en el proyecto, incluyendo los ángulos de 90 grados, siempre y cuando el radio de curvatura sea como mínimo 10 veces el diámetro de la tubería.

MEDICIÓN Y PAGO.- La instalación de tubería se medirá en metros, con aproximación de una centésima (0.01). Al efecto se determinará directamente en la obra la longitud de las tuberías instaladas según el proyecto y el diámetro y/o las órdenes del Supervisor y/o Residente de obra, su valor está contemplado dentro de los alcances del concepto de instalación, junteo y prueba de tubería de PAD, flexible, que incluye bajado al fondo de la zanja, limpieza, material y equipo para prueba, acarreo a 1 Km. y maniobras locales.

Con carácter enunciativo, se señalan las principales actividades que integran estos conceptos:

Revisión y presentación de las tuberías, maniobras para colocarlas a un lado de la zanja, alineando y unión hermética; instalación y prueba.

Cuando por condiciones de la obra y/o el proyecto fuera preciso colocar fracciones de tubo, se considerará para fines de pago la longitud total de los mismos.

Colocación de Piezas Especiales.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Durante la instalación de tubería y previamente a la realización de las prueba hidrostática, se deberán instalar las piezas especiales correspondientes de los cruceros y cambios de dirección o pendiente indicados en el proyecto, las cuales consisten en (tees, codos, cruces, silletas, reducciones, tapones, bridas, coples, etc.) fabricadas en el material descrito en el proyecto (polietileno de alta densidad, Fo. Fo. ó acero).

Las actividades propias para la instalación de las piezas especiales descritas en el proyecto incluyen la mano de obra especializada (unión mediante acciones de termofusión), el equipo, la herramienta, el costo de los fletes, maniobras locales y las pruebas a las que se verán sujetas las mismas, previas a la aprobación del tramo correspondiente (puestas en obra).

MEDICIÓN Y PAGO.- La instalación de piezas especiales se medirá por unión, para el caso de piezas termofusionables. Por pieza para el caso de válvulas de seccionamiento. Por Kilogramo con aproximación de una centésima (0.01) para el caso de piezas de Fo. Fo. Al efecto la supervisión determinará directamente en la obra la cantidad de piezas especiales colocadas en campo.

Colocación de Atraques.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Durante la instalación de tubería y previamente a la realización de las prueba hidrostáticas, se deberán instalar las piezas especiales correspondientes de los cruceros y cambios de dirección o pendiente indicados en el proyecto, para lo cual se deberán construir simultáneamente los atraques y anclajes de las dimensiones y características especificadas en el proyecto. Invariablemente en todo crucero o cambio de dirección de la tubería deberá construirse un atraque, así como en los sitios en que se ubiquen piezas especiales (tees, tapas ciegas y codos). Los atraques deberán ser fabricados de concreto con

$f'c = 100$ a 150 Kg/cm^2 conforme a los requerimientos de proyecto, catálogo de conceptos y observaciones del supervisor de obra.

Una vez terminado el junteo de toda la línea al circuito respectivo con sus piezas especiales y atraques y antes de realizar la prueba hidrostática, la tubería será anclada provisionalmente mediante un relleno apisonado en el centro de cada tubo, con material producto de las excavaciones de cepas, dejando solo al descubierto las juntas para que puedan hacerse las observaciones necesarias durante la prueba hidrostática y descubrir y reparar las fugas.

MEDICIÓN Y PAGO.- La colocación de atraques de tubería, contempla según el catálogo de conceptos; su fabricación por medio del colado del elemento con concreto simple, vibrado y curado con membrana, para lo cual se incluye la obtención de arenas, gravas, cribado, acarreo 1er km., descarga, almacenamiento del cemento, fabricación del concreto, acarreo y colocación. Su fabricación se medirá en metros cúbicos de concreto simple de la resistencia anteriormente citada con aproximación de una centésima (0.01).

Relleno de Excavaciones de Zanjas.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN: Se entenderá por "relleno sin compactar" el que se haga por el simple depósito del material para relleno, con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

Se entenderá por "relleno compactado" aquel que se forme colocando el material en capas sensiblemente horizontales, del espesor que señale el Ingeniero, pero en ningún caso mayor de 15 (quince) cm. con la humedad que requiera el material de acuerdo con la prueba Proctor, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pistones de mano o neumático hasta obtener la compactación requerida.

Por relleno de excavaciones de zanjas, se entenderá el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las tuberías de redes de agua potable, así como las correspondientes a estructuras auxiliares y a trabajos de jardinería.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del Ingeniero, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras y deberá ser cuidadosamente colocada y compactada a los lados de los cimientos de estructuras y abajo y ambos lados de las tuberías. En el caso de cimientos y de estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 60 (sesenta) cm., en el caso de rellenos para trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con tierra libre de piedras y cuando se trate de tuberías, este primer relleno se continuará hasta un nivel de 30 (treinta) cm. arriba del lomo superior del tubo o según proyecto. Después se continuará el relleno empleando el producto de propia excavación, colocándolo en capas de 20 (veinte) cm. de espesor como máximo, que serán humedecidas y apisonadas.

Cuando por la naturaleza de los trabajos no se requiera un grado de compactación especial, el material se colocará en las excavaciones apisonándolo ligeramente, hasta por capas sucesivas de 20 (veinte) cm. colmar la excavación dejando sobre de ella un montículo de material con altura de 15 (quince) cm. sobre el nivel natural del terreno, o de la altura que ordene el Ingeniero.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero así lo señalen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de la técnica "Proctor" de compactación, para lo cual el Ingeniero

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

ordenará el espesor de las capas, el contenido de humedad del material, el grado de compactación procedimiento, etc., para lograr la compactación óptima.

La consolidación, empleando agua no se permitirá en rellenos en que se emplee materiales arcillosos o arcillo arenosos, y juicio del Ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material rico en terrones o muy arenoso. En estos casos se procederá a llenar la zanja hasta un nivel de 20 (veinte) cm., abajo del nivel natural del terreno vertiendo agua sobre el relleno ya colocado hasta lograr en el mismo un encharcamiento superficial; al día siguiente, con una pala se pulverizará y alisará toda la costra superficial del relleno anterior se llenará totalmente la zanja, consolidando un segundo relleno de capas de 15 (quince)cm., de espesor, quedando este proceso sujeto a la aprobación del Ingeniero, quien dictará modificaciones y modalidades.

La tierra, rocas y cualquier material sobrante después de rellenar las excavaciones de zanjas, serán acarreados por el Contratista hasta el lugar de desperdicios que señale el Ingeniero.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, durante el periodo comprendido entre la terminación del relleno de la zanja y la posición por pavimento correspondiente. En cada caso particular el Ingeniero dictará las disposiciones pertinentes.

MEDICIÓN Y PAGO.- El relleno de excavaciones de zanja que efectúe el Contratista, le será medido en metros cúbicos de material colocado con aproximación de un décimo. El material empleado en el relleno de sobre-excavaciones o derrumbes imputables al Contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, los Precios Unitarios deben incluir con carácter iniciativo las siguientes actividades:

- a).- Obtención, extracción, carga, acarreo primer kilómetro y descarga en el sitio de utilización del material.
- b).- Proporcionar la humedad necesaria para compactación al grado que este estipulado (quitar o adicionar).
- c).- Seleccionar el material.
- d).- Compactar al porcentaje especificado.
- e).- Acarreo, movimiento y traspaleos locales.

Construcción de Cajas de Válvulas.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Por construcción de cajas para operación de válvulas se entenderán las estructuras de mampostería y concreto que deberá construir el Contratista para alojar las válvulas y piezas especiales de los cruceros de la red de distribución de agua potable.

Las cajas para operación de válvulas serán construidas en los lugares señalados por el proyecto. Antes de que sean instaladas las válvulas y piezas especiales de los cruceros correspondientes, se construirá la losa de cimentación de la caja.

Las cajas para operación de válvulas se construirán de los materiales y características como a continuación se indica:

La losa de cimentación de construirá de concreto simple en proporción 1:3:6, con espesor de 13 centímetros. Esta losa deberá descansar sobre una plantilla de pedacería de tabique de 15 centímetros de espesor, previamente construida y compactada.

Los muros serán de tabique de 28 cm de espesor, junteando con mortero de cemento de 15% de su volumen de cal hidratada en polvo. El tabique que se

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

emplee será recocido, compacto y de color uniforme; su forma y dimensiones deberán ser uniformes.

El acabado interior de los muros deberá ser con un aplanado de mortero de cemento en proporción 1:3, agregando 10% de cal hidratada en polvo. El aplanado deberá acabarse con un pulido de mortero de cemento en proporción 1:1.

Se rematará la parte superior de los muros con una trabe o cerramiento de concreto de 10 centímetros de espesor, armando con 2 varillas de 3/8+ de diámetro.

La losa de cubierta será de concreto $f_{c\phi} = 200 \text{ kg/cm}^2$, armada con varillas de fierro de 3/8+ de diámetro, con resistencia $f_{\phi} = 1,265 \text{ kg/cm}^2$, espaciadas a cada 10 centímetros de centro a centro y en ambos sentidos.

Los contramarcos serán de fierro estructural en canal de 20 centímetros (8+) de peralte, ligera la cual tendrá un apoyo de 20 centímetros sobre los muros.

La construcción de la losa de cimentación de las cajas para operación de válvulas deberá hacerse antes de la colocación de las válvulas, piezas especiales y extremidades que formarán el crucero correspondiente, quedando la parte superior de la losa al nivel correspondiente que señale el proyecto para que descansen sobre ella las válvulas y piezas especiales.

Cuando el proyecto así lo señale, las tapas de las cajas de operación de válvulas serán prefabricadas de fierro fundido, de las características y dimensiones previamente aprobadas. En estos casos el contramarco de la tapa dispondrá de anclajes que el Contratista anclará en el concreto del cerramiento de la caja, como lo muestren los planos de proyecto.

Las cajas de operación de válvulas que vayan a ser terminadas con una tapa de fierro fundido, serán rematadas en sus muros perimetrales con un marco de

concreto del diseño mostrado en el proyecto, para que ajuste con la correspondiente tapa.

MEDICIÓN Y PAGO.- La construcción de cajas de válvulas será medida para fines de pago por pieza o unidad. Se pagará en función del tipo de caja construida directamente en campo, lo cual deberá ser sujeto a la aprobación de la supervisión y conforme al proyecto.

Prueba de Hermeticidad.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. El objetivo primordial de la prueba hidrostática es verificar que las juntas no presenten fugas. Esta se realiza a un valor fijo arriba de la presión de trabajo. La prueba de hermeticidad, a la que se deben someter todas las tuberías de una red (primarias y secundarias) se denomina de campo y se realiza a una presión de 1.5 veces la presión de trabajo de las tuberías, esta especificación deberá ser complementada bajo los términos enunciados en la NOM-013-CNA-2000.

Para realizar la prueba, las tuberías se llenan lentamente con agua, eliminando el aire de la línea a través de las válvulas de admisión y expulsión de aire colocadas en la parte más altas de la tubería; la presión de prueba debe ser verificada por medio de una bomba y un manómetro de prueba y será cuando menos, 1.25 veces la presión de trabajo en la línea, debiéndose mantener como mínimo por dos horas, posteriormente, se realizará una inspección de la línea para detectar fugas visible o desplazamientos en la tubería.

Cualquier defecto debe ser reparado antes de realizar la prueba de fuga, la cual determina, por medio de un medidor calibrado, la cantidad de agua que entra en la sección de prueba, bajo la presión normal de trabajo, durante un período de dos horas como mínimo.

TAPONES: Generalmente la prueba hidrostática se efectúa por secciones de tubería. Los extremos de la sección por probar pueden aislarse mediante válvulas

o tapones soldados. Las válvulas no necesariamente son permanentes y podrán retirarse una vez terminada la prueba.

El empleo de tapones soldados puede resultar más económico. Un tapón convencional consiste en un tramo de tubo de aproximadamente un metro de largo, al que se suelda una placa plana por un extremo, y la tubería por probar por el otro. La placa puede ser en forma rectangular o circular. Sobre el tapón se colocan los aditamentos necesarios para la entrada de agua y salida de aire. Al término de la prueba se retira el tapón cortando la tubería de conducción a cierta distancia antes de la soldadura con el tapón.

MEDICIÓN Y PAGO.- La prueba de tubería se mide por metro y su valor está contemplado dentro de los alcances del concepto de instalación, junteo y prueba de tubería de PAD, flexible, incluye bajado, limpieza, material y equipo para prueba, acarreo a 1 Km. y maniobras locales.

Desinfección de la Tubería.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por desinfección de tuberías el conjunto de operaciones que deberá efectuar el Contratista para dar un tratamiento desinfectante a la red de distribución de agua potable que hubiere construido, de acuerdo con lo señalado en el proyecto u ordenado por el Ingeniero.

La desinfección de tuberías de la red de distribución de agua potable se hará en la forma siguiente:

d) Antes del tratamiento, la tubería deberá llenarse completamente de agua limpia y drenar el aire contenido en la misma, como lavado inicial. Posteriormente con la tubería vacía deberá inyectarse lentamente el agua conteniendo el producto desinfectante, la cual se dejará durante un período de 6 horas como mínimo, debiéndose reponer al agua que se pierda con fugas

e) Al finalizar las 6 horas estipuladas, deberá drenarse la tubería y el cloro residual en el agua no deberá ser menor de 0.5 ppm. En caso contrario deberá repetirse la operación hasta lograr resultados satisfactorios.

f) Como agente desinfectante podrá usarse cualquier de los siguientes reactivos: Una solución de hipoclorito de calcio o cal clorada en las siguientes proporciones:

Hipoclorito al 70%, 1 gramo en 14 litros de agua.

Cal clorada al 25%, 1 gramo en 5 litros de agua.

O una mezcla de gas cloro y agua con una dosificación de 50 partes por millón de cloro.

Las sustancias a utilizar para la desinfección no serán almacenadas, sólo se tendrán en el lugar en el momento en que sean requeridas.

MEDICIÓN Y PAGO.- La prueba de tubería se mide por metro y su valor está contemplado dentro de los alcances del concepto de instalación, junteo y prueba de tubería de PAD, flexible, incluye bajado, limpieza, material y equipo para prueba, acarreo a 1 Km. y maniobras locales.

Acarreo de Materiales.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.- Se entenderá por acarreos de materiales la transportación de los mismos desde el sitio en que la Comisión se los entregue al Contratista; o lugar de compra, cuando sea suministrado por éste último, hasta el sitio de su utilización en las obras objeto del Contrato.

MEDICIÓN Y PAGO.- El acarreo de materiales pétreos: arena, grava, material de banco o producto de excavación, cascajo, etc., en camión de volteo a una distancia de 1.0 kilómetro para fines de pago, se medirá en metros cúbicos con aproximación a un décimo. Incluye: camión inactivo durante la carga, acarreo

primer kilómetro y descarga a volteo, y será medido colocado o en la excavación original; es decir, llevará involucrado su coeficiente de abundamiento.

El acarreo de cemento, fierro de refuerzo, madera, tabique, piezas especiales y tuberías en camión de redilas o plataforma a una distancia de 1.0 kilómetro, se medirá para su pago en toneladas con aproximación de un decimal. Incluye carga y descarga a mano y para evaluar los pesos; se considerarán los teóricos volumétricos.

El acarreo de materiales pétreos; arena grava, piedra, cascajo, etc., en camión de volteo en kilómetros subsecuentes al primero, se medirá para fines de pago en metros cúbicos-kilómetros con aproximación a la unidad, medidos y colocados.

Para kilómetros subsecuentes al primero, el acarreo de cemento, fierro de refuerzo, madera, tabique, piezas especiales y tuberías en camión de redilas o plataforma, se medirá para su pago en tonelada-kilómetro; el número de Ton-Km. que se pagará al Contratista, será el que resulte de multiplicar las toneladas del material empleado en la obra con sus pesos volumétricos teóricos por el número de kilómetros de acarreo.

La distancia de acarreo se medirá según la ruta transitable más corta o bien aquella que autorice el Ingeniero.

Todos los daños que sufran los materiales durante su transportación serán reparados por cuenta y cargo del Contratista.

Acarreos en Carretilla.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.- Se entenderá por acarreos de materiales, la transportación de los mismos desde el sitio que indique el Ingeniero al lugar de aprovisionamiento o almacenamiento.

MEDICIÓN DE PAGO.-El acarreo de materiales en carretilla, a una distancia no mayor de 20 metros, para fines de pago se medirá colocado en metros cúbicos con aproximación a un décimo. Incluye la carga a mano y descarga a volteo.

El acarreo de los mismos materiales, en carretilla, en estaciones subsecuentes de 20 (veinte) metros se medirán en metros cúbicos-estación, con aproximación de un décimo; y serán medidos y colocados.

V.2.2. Maquinaria, Equipo Adicional y Complementos para realizar la Perforación Direccional.

El equipo necesario para ejecutar la Perforación Direccional generalmente se compone de:

- La máquina de perforación.
- Lodo de perforación o lodo bentonítico.
- Equipo adicional de apoyo.
 - Tanques de mezclado y almacenamiento.
 - Bombas de entrega.

Existen varios tipos de máquinas de perforación, gracias al diferente tipo de fabricantes de las mismas, el tamaño de estas máquinas comprende desde equipos compactos para instalación de tuberías de pequeños diámetros y distancias cortas, hasta equipos muy grandes capaces de instalar por varios kilómetros tuberías de gran diámetro. De manera general, todas estas máquinas poseen tres funciones principales: rotación, fuerza de empuje y fuerza de tracción. Los equipos de perforación direccional empleados normalmente son equipos autopropulsados, montados sobre orugas y que no requieren de mayores preparaciones para la ejecución de perforaciones más que la localización de los puntos sobre la superficie de entrada y salida.

Existen dos características esenciales en cualquier máquina, la primera, el rack de empuje, el cual empuja a la sarta de perforación a través del suelo para crear la

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

perforación pilo y posteriormente jala la tubería a instalar a través del suelo para crear la perforación pilo y posteriormente jalar la tubería a instalar a través de la perforación previamente elaborada durante el proceso de ensanchamiento. Las inclinaciones típicas de este rack de empuje varían dependiendo del equipo empleado pero normalmente se encuentran entre 10° a 20° respecto a la horizontal, la segunda característica es el motor y el sistema de rotado de la sarta de perforación y así proporcionar el toque adecuado.

Las capacidades de las máquinas de perforación horizontal varían considerablemente dependiendo del tipo de suelo a través de cual se llevará a cabo el proceso de perforación, siendo los suelos arcillosos los más favorables para esta técnica, mientras que los arenosos pueden presentar problemas especialmente si se encuentran debajo del nivel freático y los suelos rocosos son muy difíciles de perforar, es por eso que existen diferentes herramientas de perforación.

A continuación se presentan algunas de las herramientas de perforación y ensanchamiento utilizados en los diferentes tipos de suelos.

Tabla 2.6.1.1. – 1. Guía de selección de herramienta de perforación (Drill bit tool). Ejemplo.

Tipo de herramienta		Condición del suelo						
Nombre comercial SM	Imagen	A	B	C	D	E	F	G
Herramienta Plana								
Standard		3	5	3	1	1	1	1

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Hardface		5	5	4	3	1	1	1
Chevron II		3	4	5	3	1	1	1
Shark		2	2	5	4	1	1	1
VCT		3	4	4	4	1	1	1
VCP		2	3	5	5	2	1	1
VCTT		2	3	5	5	2	1	1
Herramienta de punta								
TriHawk I		1	3	4	4	5	2	1

RS6 Suave/mediana		1	1	1	2	4	5	5
RS6 Dura		1	1	1	2	4	5	5

Tabla 2.6.1.1. – 2. Guía de selección de herramienta de ensanchamiento (Reamer tool) Ejemplo.

Tipo de herramienta		Condición del suelo						
Nombre comercial ⁵⁷	Imagen	A	B	C	D	E	F	G
Bar-Cutter		4	4	5	1	1	1	1
Wing-Cutter		4	4	5	2	1	1	1
Wing/Bell Mixer		2	2	5	2	1	1	1
Helical		5	5	5	1	1	1	1
Helical plus		5	5	5	1	1	1	1
Bell w/ teeth		2	2	2	4	2	1	1

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Spiral		2	3	2	5	2	1	1
Fluted/Shark		3	3	4	4	2	1	1
Fluted/Rotary		3	3	4	4	2	1	1
Super Fluted/Rotary		4	3	4	4	2	1	1
Super Fluted/Shark		4	3	4	4	2	1	1

Figura V.22. Herramientas de Perforación y Ensanchamiento Dependiendo del tipos de suelo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Cada uno de los tipos de herramientas mostradas posee sus correspondientes dispositivos de acoplamiento con la sarta de perforación. Las referencias señaladas se explican como sigue:

1. No recomendado
2. Puede ser empleado
3. Suficiente
4. Bueno
5. Adecuado

Tabla 2.6.1.1. – 3. Nomenclatura		
Condición del suelo	Descripción	
A	Arenoso	Arenas, arenas limosas; en general cualquier tipo de suelo donde la arena sea el componente principal.
B	Arcilloso / Limoso	Arcillas, limos, mezclas de arcillas y limos, en general cualquier tipo de suelos de consistencia suave a media que poseen humedad
C	Seco / Compactado	Suelos cementados o compactados con trazas de arcillas, arcillas secas; en general cualquier tipo de suelo compactado.
D	Conglomerados / Formaciones fracturadas	Conglomerados, gravas, depósitos glaciales; en general cualquier tipo de roca no consistente.
E	Roca suave	Areniscas, lutitas, calizas blandas, caliche; rocas con resistencia a la compresión hasta 8,000 psi (552 bar)
F	Roca intermedia	Calizas intermedias, lutitas; rocas con resistencia a la compresión entre 8,000 y 15,000 psi (522 a 1034 bar)
G	Roca dura	Calizas duras, granitos, esquistos; cualquier roca con resistencia a la compresión arriba de 15,000 psi (1034 bar)

Sartas de Perforación.

Tubería de perforación, la cual debe tener la suficiente resistencia longitudinal para soportar el empuje y tracción producto de la operación de la máquina de perforación, suficiente resistencia a la torsión y ser lo suficientemente flexible para permitir los cambios de dirección de la perforación. Adicionalmente deben ser lo más ligeras de modo que se facilite su transporte y manejo además de resistir los efectos de la abrasión. Para estos equipos se utilizan sartas de entre 4 y 5 metros de longitud.

Sistema de guía.

Es el sistema que proporciona la ubicación de la herramienta de atraque y la información necesaria para guiar a todo el sistema a lo largo de la ruta de perforación pre-establecida, normalmente se ubica detrás de la herramienta seleccionada, el cual mediante ondas de radio permite establecer su ubicación y facilitar la perforación efectuada. Este sistema está colocado en un compartimiento especialmente diseñado para protegerlo contra los golpes e incrementos de temperatura presentados en el proceso de la perforación.

El lodo de perforación o lodo bentonítico.

Es un fluido compuesto por agua, agentes controladores, polímeros y bentonita, el cual es bombeado a través de la sarta de perforación mientras es ejecutado el proceso de barrenación.

Las principales funciones de este lodo son las de estabilizar las paredes de la perforación, enfriar la herramienta de atraque, formar un recubrimiento delgado e impermeable contra la pared de la perforación para prohibirle la filtración de agua en la formación geológica; también, permitir la formación de agentes densos, remover escombros resultantes de la perforación y transportarlos a la superficie, soportar parte del peso del taladro y proporcionar potencia hidráulica a la herramienta de perforación.

Equipo adicional de apoyo.

A este equipo lo constituye el sistema de mezclado, almacenamiento y bombeo, todos ellos deben estar relacionados con el lodo de perforación.

Los tanques de mezclado y almacenamiento normalmente son tanques de polipropileno, los cuales se presentan en el mercado en diversos tamaños y formas. La selección de los tanques adecuados dependerá del tipo de perforación a realizar. Adicionalmente deberán considerarse qué tan efectivo se puede mantener el sistema de lodos en función de la demanda a partir de las condiciones de la perforación y tan fácil resulta limpiarlos una vez que los trabajos han sido finalizados.

El sistema de bombeo de los lodos de perforación requiere una bomba que trabaje a muy alta presión con un bajo volumen de lodos, cuya presión de entrega varíe de 200 a 1500 PSI. La planeación adecuada de la perforación determinará la cantidad total de fluido requerido para la etapa de perforación o ensanchamiento.

V.2.3. Maquinaria y Equipo Adicional para realizar la Perforación Direccional utilizado en la Central de Abasto de la Ciudad de México.

El suelo de la Ciudad de México es un mosaico de diferentes colores, durezas y composiciones por tal motivo en algunos tramos de la Central de Abasto de la Ciudad de México, no se pudo meter una Máquina de Perforación Direccional Ligera, es decir, de baja potencia, porque el suelo, era blando en ciertos tramos pero de pronto se llegó a un terreno mejorado, específicamente en la Zona de Carga y Estacionamiento, donde se cuenta con un suelo bastante reforzado con una sub-base, base y carpeta asfáltica, bien hecha, muy bien compactadas, y que cumple con todas las especificaciones y normas, de tal forma que la maquinaria pequeña no lo pudo pasar. Se tuvo que utilizar una máquina perforadora de mucha más potencia capaz de poder jalar y/o empujar más de 50 ton. Mejor conocida con el apodo de ~~la~~ Todo Terreno+ con un motor más grande, con una broca perforadora de doble varilla con punta de diamante y tungsteno que se llama

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

motor de fondo, es una masa de acero que tiene tres fresadoras, que van girando. Corta, empuja, perfora y direcciona en cuatro dimensiones.



Figura W. Herramientas de Perforación y Ensanchamiento Utilizadas en la Perforación Direccional Horizontal de la Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



Figura X. Maquinaria Utilizada en la Perforación Direccional Horizontal de la Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.

Características de Maquinaria utilizada en la Perforación Direccional Horizontal en la Central de Abasto de la Ciudad de México, Catalogo de VERMEER.

Broca de ajuste. Diseñado para optimizar el funcionamiento, en distintas condiciones, elegir entre una amplia gama de brocas y una cabeza de perforación de doble varilla especialmente diseñada ofrece en tres modalidades diferentes sub estructuras.

Con pendiente de patente exclusiva que consta de tres series de prensas, junto con un sistema de control para optimizar la productividad y vida útil de la barra de perforación.

Ajuste o ruptura. Controles que proporcionan opciones incluyendo secuencia automatizada, secuencia parcialmente automatizado o manual de la secuencia del proceso de ajuste de la varilla / ruptura dependiendo de las preferencias y al nivel de experiencia del operador.

Capacidad de carga. El D36x50DR serie II puede transportar hasta 500 '(152.4m) de la barra de perforación, lo que reduce la necesidad de cargar la barra adicional al realizar las perforaciones largas.

Elige tu cabina. Disponible con una cabina climatizada o la cabina suave económica; ambos están diseñados para mejorar la comodidad del operador.

Tecnología de vástagos paralelos. Los contratos pueden afrontar los retos de su lugar de trabajo con tecnología de doble varilla de Vermeer. Con una doble junta roscada exclusiva en la industria, la varilla interna proporciona un motor a la cabeza de perforación, mientras que la varilla externa ofrece una capacidad de dirección a la cabeza de la broca y un de giro adicional.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO



D36x50DR SERIES II NAVIGATOR®
HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILL



DRILL BIT OF CHOICE. Designed to optimize operation in a variety of conditions, choose from a wide range of drill bits and a specially designed dual rod drill head offered in three different bent sub arrangements.



THREE'S COMPANY. Featuring an exclusive, patent-pending vise assembly consisting of three sets of vises coupled with a control system to optimize productivity and longevity of drill rod.



MAKEUP OR BREAKOUT. Controls provide options including automated sequence, partially automated sequence or manual sequence of the rod makeup/breakout process depending upon operator preference and level of expertise.



ROD CARRYING CAPACITY. The D36x50DR Series II carries up to 500' (152.4 m) of drill rod, reducing the need to load additional rod when performing extended bores.



CHOOSE YOUR CAB. Available with a climate-controlled cab or economical soft cab; both are designed to enhance operator comfort.



DUAL ROD TECHNOLOGY. Contractors can meet the challenges of their jobsite with Vermeer dual rod technology. With an industry exclusive dual threaded joint, the inner rod provides torque to the drill head, while the outer rod offers steering capability to the drill head and additional rotational torque.

 VERMEER.COM

Vermeer

EQUIPPED TO DO MORE.™

Figura Y. Características de Equipo utilizado para la Colocación de tubo por el Método de Perforación Horizontal Direccional Cortesía Catálogo Vermeer 2013. IACMEX/TECSA 2014.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

TUBERIAS DE POLIETILENO



VALTIC, S.A. DE C.V.



Quality Solution register
ISO 9001:2008



VALTIC, S.A. DE C.V.

ESPECIFICACIONES

Las tuberías de polietileno **VALTIC PREMIUM PE 4608** y **PE 4710**, se apegan a las normas ASTM D 3350, las dimensiones y fabricación según norma ASTM F714, así como a la norma mexicana NMX-E-018 SCFI-2002.

Propiedades Generales	PE 3608	PREMIUM PE 4608	PREMIUM PE 4710	ASTM
Clasificación celular	345464C	445564C	445574C	D-3350
Tipo	Monomodal	Bimodal	Bimodal	
Fluidez (MFR), grs/10min.	0.1	0.07	0.07	D-1238
Densidad (Natural) g/cm ³	0.944	0.949	0.949	D-1505
Densidad (Negro) g/cm ³	0.948	0.952	0.952	D-1505
Contenido negro de humo ² %	2.0 min.	2.0 min.	2.0 min.	D-1603

Propiedades Mecánicas	PE 3608	PREMIUM PE 4608	PREMIUM PE 4710	ASTM
Esfuerzo a la tensión de cedencia (2 pulg/min) PSI	3,300	3,500	3,500	D-638
Elongación a la ruptura (2 pulg/min) %	800	625	800	D-638
Modulo de flexibilidad ¹ (lbs/pulg ²)	120,000	147,000	147,000	D-790
Temperatura de fragilidad °C	<-118	<-76	<-76	D-746
PENT, Hrs.	>100	>100	>1,500	D-1473
Coefficiente de dilatación mm/m.°C	.22	.22	.22	
Esfuerzo de Diseño Hidrostático (HDS) Psi	800	800	1000	PPI
Factor de presión hidráulica a corto período (1 minuto)	4	4.4	4	NMX E018

¹ Target Method
² Condition C
 $F = \frac{\text{Presión de reventamiento a corto periodo}}{\text{Presión de trabajo}}$

PROPIEDADES	MÉTODO DE PRUEBA	D	1	2	3	4	5	6	7
1 Densidad grs/cm ³	D 1505	—	0.925	>0.925-0.940	>0.940-0.947	>0.947-0.955	>0.955	—	—
2 Índice de fluidez grs./ 10 min	D 1238	—	> 1.0	1.0 a 0.4	< 0.4 a 0.15	< 0.15	B	—	—
3 Modulo de flexibilidad Mpa (PSI)	D 790	—	< 138 (< 20 000)	138 - < 276 (20 000 a < 40 000)	276 - < 552 (40 000 a 80 000)	552 - < 758 (80 000 a 110 000)	758 - < 1103 (110 000 a < 160 000)	> 1103 (> 160 000)	—
4 Esfuerzo a la tensión de ruptura Mpa (PSI)	D 888	—	< 15 (< 2200)	15 - < 181 (2200 - < 2600)	18 - < 21 (2600 - < 3000)	21 - < 24 (3000 - < 3500)	24 - < 28 (3600 - < 4000)	> 28 (> 4000)	—
5 Resistencia a la fracturación ambiental	D 1693	—	—	—	—	—	—	—	—
a) Condición de prueba			A	B	C	C	—	—	—
b) Duración de prueba hrs.			48	24	192	800	—	—	—
c) Falta máxima, %			50	50	20	20	—	—	—
II. Pent (Hrs.)	F 1473	—	—	—	—	10	30	100	500
6 Base de diseño hidrostático Mpa-lbs/pulg ² (23°C)	D 2637	NPR ²	5.52 (800)	6.89 (1000)	8.62 (1250)	11.03 (1600)	—	—	—
C = Contenido de negro de humo	D1603	—	—	—	—	—	—	—	—

Minimo 2%

Figura Z. Especificaciones de la tubería de Polietileno de Alta Densidad Valtic. Cortesía Catálogo VALTIC S.A. DE C.V. - IACMEX/TECSA 2014.

V.2.5. Justificación para el cruce de las líneas de Agua Potable en zona de estacionamiento protegidas con tope.

El peso propio del tope propuesto como protección de tubería es de 400 kg/m, la normatividad vigente indica que el peso de diseño para este tipo de rampas para estacionamiento es de 1400 kg/m², este peso se considera con el vehículo cargado, es importante aclarar que al estacionamiento en zona de azotea es solo para autos y pickups; por lo regular los vehículos que utilizan esta zona de estacionamiento suben sin carga, sin embargo algunos ya traen carga al momento de subir, si consideramos esta situación y consideramos el peso propio del tope como peso adicional se pensaría que estamos sobre cargando la losa, sin embargo no es así, lo anterior derivado de la poca afluencia de vehículos de carga que ingresan a la zona de estacionamiento en azotea.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VI.1. Conclusiones.

Con la realización del anterior trabajo, podemos asegurar que un factor determinante en la problemática de la escasez de agua de la CEDA, es debido a la falta de mantenimiento de la red existente, tanto preventivo como correctivo.

Otro factor que agravó la problemática en el servicio, fue, el aumento de la demanda del recurso por el incremento del número de usuarios; la solución integral fue la Introducción de la Nueva Red de Agua Potable en la Central de Abasto, que demandó la aplicación de un proceso constructivo y tecnologías de punta.

Un factor importante y/o primordial para llevar a cabo la ejecución de la obra fue la comunicación y coordinación de todas las partes involucradas, ya que para realizar las actividades fue necesario que se establecieran diferentes horarios de trabajo, debido a la inmensa afluencia de personas que transitan día a día por los pasillos de este majestuoso mercado mayorista, a fin de no afectar sus actividades cotidianas así como el desarrollo de los trabajos relativos al proyecto.

Con la puesta en operación de la Introducción de la Nueva Red de Agua Potable en la Central de Abasto, ya no será necesario el suministro de agua por medio de carros tanque.

Al finalizar los trabajos de la Nueva Red de Agua Potable en la Central de Abasto, la CEDA será un sector hidrométrico debidamente controlado y completamente establecido, con el control absoluto del Gasto suministrado únicamente y exclusivamente para la CEDA para su cobro correspondiente.

VI.2. Recomendaciones.

Como principal recomendación para aumentar o cuando menos conservar el tiempo de vida útil, de la Nueva Red de Agua Potable de la Central de Abasto, es efectuar mantenimientos preventivos y correctivos, mediante la inspección cotidiana de las nuevas instalaciones.

Establecer comunicación permanente entre los usuarios (bodegueros), los responsables de la administración de la CEDA y los funcionarios del SACMEX, a fin de intercambiar información que permita detectar situaciones de falla de las instalaciones, llevar a cabo a la brevedad las acciones pertinentes y mantener el estándar de servicio requerido.

BIBLIOGRAFÍA

- NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL.
LIBRO 3. TOMO I. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN.
SECCIÓN 01. URBANIZACIÓN.
- NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL
LIBRO 3. TOMO II. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN
SECCIÓN 02. EDIFICACIÓN.
- Comisión Nacional del Agua. CONAGUA, (1994). MANUAL DE DISEÑO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO.
- Pedro López Alegría. (2009).ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS. Editorial ALFAOMEGA.
- MYMACO. (2006). CATÁLOGO DE PIEZAS ESPECIALES MYMACO. México: MYMACO.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, (2014). (IZTAPALAPA). CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL.

- CENTRAL DE ABASTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. DISTRIBUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE ZONAS OBTENIDO DE www.centralesdeabastos.com/central-de-abastos-frutas-y-verduras-de-iztapalapa.html.
- CENTRAL DE ABASTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. DISTRIBUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE ZONAS, OBTENIDO DE www.centralesdeabastos.com/central-de-abastos-abarrotos-de-iztapalapa.html.
- UNEABASTO. INFORMACIÓN, CARACTERÍSTICAS; OBTENIDO DE www.uneabasto.com/informacion-de-central-de-abastos.html.
- UBICACIÓN, CARACTERÍSTICAS E IMÁGENES AÉREAS, OBTENIDAS DE Google Earth. 2014.
- FIDEICOMISO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA CENTRAL DE ABASTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. FICEDA (2014). www.ficeda.com.
- Secretaria de Obras y Servicios. (2000). PLAN DE ACCIONES HIDRAULICAS IZTAPALAPA. Distrito Federal: GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL. (2003). PROGRAMA GENERAL DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL. DISTRITO FEDERAL: GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL.

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

- Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. (2002). NMX-E-018-SCFI-2002. INDUSTRIA DEL PLÁSTICO-TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) PARA LA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN . ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO. México: Diario de la Federación.
- Comisión Nacional del Agua. (2000). NOM-013-CONAGUA-2000. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE-ESPECIFICACIONES DE HERMETICIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA. México: Diario de la Federación.
- Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos de Subsidiarios. (2006). DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTOS TERRESTRES PARA TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN DE HIDROCARBUROS. México: Diario de la Federación.
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México. SACMEX. (Enero de 2014). CATÁLOGO DE PRECIOS UNITARIOS EXTRAORDINARIOS. PARA APLICACIÓN AL TÍTULO DE CONCESIÓN ACTUALIZADOS A ENERO DE 2014. DISTRITO FEDERAL, Distrito Federal, México: Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura I.1. Esquema general de un sitio de medición. Cortesía de IACMEX/TECSA. 2014.	9
Figura II. 1. Delimitación geométrica de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Google Earth. 2014 / IACMEX/TECSA 2014.	11
Figura II.2. Fotografía aérea de las Naves de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Página oficial de FICEDA. 2014 / IACMEX/TECSA 2014.	12
Figura II.3. Fotografía aérea de las Naves y área de Subasta de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Página oficial de FICEDA. 2014 / IACMEX/TECSA 2014.	13
Figura II. 4. Ubicación e identificación de las zonas que conforman La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	14
Figura II. 5. Ubicación y fronteras de La Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	15
Figura II. 6. Ubicación y fronteras de La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Guía Roji de la Ciudad de México. Área Metropolitana y Alrededores. 2014/ IACMEX/TECSA 2014.	16
Figura II. 7. Ubicación de las vías de acceso a La Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de Google Earth. 2014. 2014/ IACMEX/TECSA 2014.	17
Figura IV.1. Recorridos de Campo con la Dependencias que Integran el CUS. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	33
Figura IV.2. Cala de Verificación por posible Interferencia durante los Recorridos de Campo con la Dependencias que Integran el CUS. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	34
Figura IV.3. Localización de Interferencias durante los Recorridos de Campo con la Dependencias que Integran el CUS. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	34

Figura A. Trazo y Nivelación del Proyecto. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	37
Figura .B. Localización e Identificación de Infraestructura Existente. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	37
Figura. C. Corte y Demolición de Pavimento, Banquetas y/o Guarniciones. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	38
Figura. D. Excavación de Zanja. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	39
Figura. E. Colocación de Tubería. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	44
Figura. F. Colocación de Atraques. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	45
Figura. G. Relleno Compactado de Excavaciones. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	47
Figura. H. Construcción de Cajas de Válvulas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	49
Figura. I. Prueba Hidrostática. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	49
Figura. J. Carga y Acarreo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	51
Figura V.1. Esquema general de la técnica de Perforación Horizontal Direccional. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	53
Figura V.2. Esquema representativo de la perforación inicial o piloto. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	54
Figura V.3. Esquema representativo del proceso de ampliación de diámetro. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	55
Figura V.4. Esquemas representativos del proceso de instalación de la tubería en la perforación previamente ensanchada. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	56
Figura. K. Instalación de Tubería de Agua Potable con el Método de Perforación Direccional Horizontal. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	57
Figura V.5. Esquemas representativos de los tipos soportaría para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	59

Figura V.6. Esquemas representativos de los tipos de soportaría para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	59
Figura. L. Esquemas representativos de soportaría tipo Pera para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	60
Figura V.7. Esquemas representativos de soportaría. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	60
Figura. M. Soportaría para la instalación de la tubería sobre las losas de las naves. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	61
Figura V.8. Esquema representativo de la trayectoria de la tubería tomando de partida la línea existente de 12" de diámetro, subiendo por el acceso al pasillo e incorporándose al estacionamiento cubiertas por un tope. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	63
Figura V.9. Esquema representativo del tope que protegerá a las dos tuberías de 4" de acero en el área de estacionamiento aéreo. Muestra también las protecciones de la tubería. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	63
Figura. N. Esquema representativo del tope que protegerá a las dos tuberías de 4" de acero en el área de estacionamiento aéreo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	64
Figura. O. Esquema representativo de las protecciones de la tubería. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	64
Figura V.10. Esquema representativo de la trayectoria de la tubería y de la alimentación a cada uno de los locales del lado de la zona de tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	66
Figura V.11. Esquema representativo de la bajada de alimentación a local del lado de tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	67
Figura. P. Trayectoria de la tubería de Fo.Ga. Para la Bajada a los Locales Zona de Tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	67
Figura Q. Bajada a los Locales Zona de Tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	68

Figura R. Tipo de Bajada a los Locales Zona de Tragaluces. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	68
Figura V.12. Esquema representativo de la distribución de las líneas de agua potable para abastecer locales abajo del estacionamiento e intermedios. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	70
Figura V.13. Esquema representativo de la distribución de las líneas de agua potable para abastecer locales de acceso a cada pasillo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	71
Figura. S. Esquema Representativo de la bajada de alimentación a local del lado de Ventanas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	73
Figura V.14. Esquema representativo de la bajada de alimentación a local del lado de ventanas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	73
Figura V.15. Esquema representativo de la trayectoria de la tubería y de la alimentación a cada uno de los locales del lado de la zona de ventanas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	74
Figura T. Tipo de Bajada a los Locales Zona de Ventanas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	74
Figura U. Bajada a los Locales Zona de Ventanas. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	75
Figura V. Piezas y Tipos de Bajadas a los Locales. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	75
Figura V.16. Planta de Subasta, indicando el diámetro de tubería en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	76
Figura V.17. Planta del área de Aves y cárnicos y frigorífico, indicando el diámetro de tubería en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	77
Figura V.18. Planta de Flores y Hortalizas etapa 1 y 2, así como instalación de la tubería que se proyecta en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	79
Figura V.19. Esquema representativo de la trayectoria de la tubería de 12"y conexión con tubería de 4". Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	81

Figura V.20. Planta de Abarrotes, indicando el diámetro de tubería en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	82
Figura V.21. Planta de Abarrotes, indicando el diámetro de tubería en esta zona. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	83
Figura V.22. Herramientas de Perforación y Ensanchamiento Dependiendo del tipos de suelo. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	111
Figura W. Herramientas de Perforación y Ensanchamiento Utilizadas en la Perforación Direccional Horizontal de la Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	114
Figura X. Maquinaria Utilizada en la Perforación Direccional Horizontal de la Central de Abasto de la Ciudad de México. Cortesía de IACMEX/TECSA 2014.	115
Figura Y. Características de Equipo utilizado para la Colocación de tubo por el Método de Perforación Horizontal Direccional Cortesía Catalogó Vermeer 2013. IACMEX/TECSA 2014.	117
Figura Z. Especificaciones de la tubería de Polietileno de Alta Densidad Valtic. Cortesía Catalogó VALTIC S.A. DE C.V. - IACMEX/TECSA 2014.	119

PROPUESTA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

APÉNDICE INFORMATIVO Í AÍ

INSTALACIÓN DE TOMAS DOMICILIARIAS

Los elementos que conforman la toma domiciliaria deberán instalarse en función del material de su fabricación. Para este fin, la disposición de cada elemento en el ensamble debe apegarse a los documentos emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y a los reglamentos de construcción locales emitidos por las autoridades responsables del control y suministro de agua potable.

ELEMENTOS DE UNA TOMA DOMICILIARIA PARA AGUA POTABLE		
Elemento	Material	Característica
Abrazadera	Bronce	Para tubo PVC
	Fo.Fo.	Para tubo Asbesto-Cemento
	Plástico	Para tubo PVC
Silleta	PEAD	Para tubos PEAD
Válvula de inserción	Bronce	Entrada: c/cuerda AWWA o NPT Salida: p/tubos cobre flexible o PEAD
	Plástico	Entrada: c/cuerda NPT Salida: p/tubo PEAD
Tubo flexible	Cobre	Tubo de cobre flexible tipo $\frac{1}{2}$ "
	PEAD	Tubo de polietileno alta densidad
	PE-R	Tubo de polietileno reticulado
Válvula de banqueta	Bronce	Entrada: tubo flexible
	Plástico	Salida: tubo flexible o rígido
Válvula limitadora de servicio	Bronce	Permite reducir el gasto de agua a un consumo mínimo
Conectores	Bronce	De compresión
	Plástico	De compresión
Caja para válvula de Banqueta	Fo.Fo.	Resguarda y permite el acceso a la válvula
Tubo Rígido	Plástico	
	Cobre	Tubo de cobre rígido
Codos	Fo.Go.	Tubo de Fierro Galvanizado
	Bronce	Soldables y roscable
Medidor	Cobre	Soldables
	Fo.Go.	Roscables
	Bronce	Velocidad o volumétrico
	Plástico	Válvula de Seccionamiento bronce
Te	Plástico	Entrada: Tubo de Fo.Go. o Tubo de Cobre
	Fo.Go.	Salida: Tubo Fo.Go. o Tubo Cobre
	Bronce	
Válvula Macho	Cobre	
	Fo.Go.	
Válvula de Nariz	Bronce	Entrada: Tubo de Fo.Go.
	Plástico	Salida: Tubo de Fo.Go.
Tapón	Bronce	Entrada: c/cuerda exterior
	Plástico	Salida: c/cuerda exterior para manguera
Tuerca Unión	Cobre	Tapón cachucha p/tubo de cobre
	Fo.Go.	Tapón macho p/tubo de Fo.Go.
	Plástico	Tapón roscado hembra para conector de plástico
	Cobre	
	Fo.Go.	
	Plástico	

APÉNDICE INFORMATIVO Í BÎ

NORMAS MEXICANAS DE ELEMENTOS

Esta Norma Oficial Mexicana se complementa con las siguientes normas mexicanas en su última versión:

NMX-B-177-1989

Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente.

NMX-B-214

Bridas laminadas y forjadas, conexiones forjadas, válvulas y partes para ser usadas en servicio general.

NMX-C-386-SCFI

Industria de la construcción-Abrazadera para toma domiciliaria de agua-Especificaciones de funcionamiento y métodos de prueba.

NMX-C-387-SCFI

Industria de la construcción-Conexiones para toma domiciliaria de agua-Especificaciones de funcionamiento y métodos de prueba.

NMX-E-18

Industria del plástico-Tubos de polietileno (PE) para la conducción de fluidos a presión-Especificaciones.

NMX-E-21

Industria del plástico-Tubos y conexiones-Dimensiones-Métodos de prueba.

NMX-E-028

Industria del plástico-Tubos y conexiones-Extracción de metales pesados por contacto con agua-Método de prueba.

NMX-E-129

Industria del plástico-Tubos y conexiones-Hermeticidad de la unión en tubos y conexiones-Método de prueba.

NMX-E-146-SCFI

Industria del plástico-Tubos y conexiones-Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para toma domiciliaria de agua-Especificaciones.

NMX-E-191-SCFI

Industria del plástico-Tubos y conexiones-Abrazadera de plástico para tomas domiciliarias de agua-Especificaciones.

NMX-E-192-SCFI

Industria del plástico-Tubos y conexiones-Conexiones de plástico utilizadas para toma domiciliaria de agua-Especificaciones.

NMX-E-207-SCFI

Industria del plástico-Tubos y conexiones-Llaves de plástico para tomas domiciliarias de agua-Especificaciones.

NMX-H-22

Conexiones roscadas de hierro maleable clase 1,03 MPa (150 PSI) y 2,07 MPa (300 PSI).

NMX-H-51

Válvulas para agua de uso doméstico.

NMX-H- 78

Válvulas-Terminología.

NMX-W-18

Cobre-Tubos sin costura-Para conducción de fluidos a presión.

NMX-W-101

Cobre-Conexiones forjadas-Soldables.