

UNIVERSIDAD DON VASCO, A. C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

REVISIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD “EL CAPULÍN” PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA ZONA PONIENTE DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACÁN.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

presenta:

Alejandro Valencia Castañeda.

Asesor: I.C Anastacio Blanco Simiano

Uruapan, Michoacán, Marzo del 2010.



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

Primeramente agradezco a Dios creador de la vida.

A mis padres por apoyarme en todos los momentos de mi vida, por no dejarme caer cuando se me presentaron obstáculos y debilidades, por los sacrificios que pasaron para crear en mi un hombre de bien y llegar hasta donde estoy.

A mis hermanos, por ser motivación y apoyo constante en cada uno de los sucesos a lo largo de mi vida y estar a mi lado en circunstancias agradables y adversas.

A toda mi familia, por creer en mí, gracias.

A mis amigos, por darnos la oportunidad de conocernos, por la confianza que nos tenemos, por los momentos y aventuras que hemos pasado juntos y por apoyarme todos estos años.

A mis profesores, por transmitir los conocimientos que han ayudado a mi formación como alumno, profesionista y ante todo como ser humano.

ÍNDICE

Introducción

Antecedentes..	1
Planteamiento del problema..	4
Objetivos.	5
Pregunta de investigación.	6
Justificación.	6
Delimitación.	7
Marco de referencia.	8

Capítulo 1.- Lineamientos técnicos para proyectos de agua potable.

1.1. Población de proyecto.	11
1.1.1. Método de crecimiento por comparación.	11
1.1.2. Método de mínimos cuadrados.	13
1.2. Período de diseño.	13
1.2.1. Vida útil de una obra.	14
1.3. Tipos de consumo.	14
1.3.1. Consumo doméstico.	15
1.3.2. Consumo no doméstico	15



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.

1.4. Demanda actual.	16
1.5. Pérdidas físicas.	16
1.6. Predicción de la demanda.	17
1.7. Dotación.	18
1.8. Coeficiente de variación diaria y horaria.	18
1.9. Gastos de diseño.	20
1.9.1. Determinación del gasto medio diario	20
1.9.2. Determinación de los gastos máximo diario y horario.	20
1.10. Velocidades máxima y mínima	21
1.11. Cálculo de pérdidas de carga por fricción.	22
1.11.1. Ecuación de Darcy – Weisbach.	23
1.11.2. Ecuación modificada de Colebrook – White.	24
1.11.3. Variación del coeficiente de fricción con la edad de la tubería.	27
1.12. Coeficientes de regularización	28
1.13. Instalación de tuberías en zanjas.	30
1.13.1. Medidas de la zanja.	31
1.13.2. Características de la plantilla	33
Capítulo 2.- Líneas de conducción de agua potable.	
2.1. Obras de captación.	35

2.1.1. Captación de aguas superficiales.	36
2.1.1.1. Captación directa por bombeo o por gravedad.	38
2.1.1.2. Captación por medio de vertedor lateral.	40
2.1.2. Captación de aguas subterráneas.	41
2.1.2.1. Los manantiales.	41
2.1.2.2. Tipos de pozos.	42
2.2. Generalidades de geohidrología.	44
2.3. Métodos de perforación de pozos.	45
2.4. Tipos de tuberías utilizadas en líneas de conducción.	46
2.5. Elementos de tuberías de conducción.	50
2.5.1. Piezas especiales.	50
2.5.2. Dispositivos de control y protección de bombas y tuberías.	52
2.6. Factores por considerar en el proyecto de líneas de conducción.	58
2.7. Fórmulas para el cálculo de la resistencia por fricción o superficial en tuberías	59
2.8. Conducciones por gravedad..	63
2.9. Conducciones por bombeo.	67
2.10. Instalación de tuberías..	69
2.11. Silletas.	69

2.12. Atraques.	71
-----------------	----

Capítulo 3.- Resumen ejecutivo de macro y micro localización.

3.1. Generalidades.	72
3.1.1. Objetivo.	73
3.1.2. Alcance del proyecto.	73
3.2. Resumen ejecutivo.	73
3.3. Entorno geográfico.	74
3.3.1. Macro y Micro Localización.	74
3.3.2. Hidrografía.	76
3.3.3. Orografía.	76
3.3.4. Clima predominante.	76
3.3.5. Principales ecosistemas.	77
3.3.6. Recursos naturales de la zona.	77
3.3.7. Uso de suelo.	77
3.3.8. Actividad económica.	77
3.3.8.1. Agricultura.	77
3.3.8.2. Ganadería.	78
3.3.8.3. Industria.	78
3.3.8.4. Turismo.	78

3.3.8.5. Comercio.	78
3.4. Informe fotográfico.	79
3.4.1. Estado físico actual.	79
3.5. Alternativas de solución.	81

Capítulo 4.- Metodología y análisis de resultados.

4.1. Método empleado.	83
4.2. Enfoque de la investigación.	83
4.2.1 Alcance de la investigación.	84
4.3. Diseño de la investigación.	85
4.4. Instrumentos de recopilación de datos.	85
4.5. Descripción del procedimiento de investigación.	87
4.6. Análisis e interpretación de resultados.	89
4.6.1. Población de proyecto.	89
4.6.2. Cálculo de la dotación.	89
4.6.3. Gasto medio diario.	89
4.6.4. Gasto máximo diario.	89
4.6.5. Gasto máximo horario.	90
4.6.6. Cálculo de la línea de conducción.	90
4.6.7. Cálculo del diámetro de la tubería.	90

4.6.8. Cálculo de la velocidad en la tubería.	91
4.6.9. Cálculo de las pérdidas por fricción.	91
Conclusiones.	94
Bibliografía.	97
Anexos.	

RESUMEN

En la presente investigación de tesis titulada REVISIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD “EL CAPULÍN” PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA ZONA PONIENTE DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACÁN., tuvo como objetivo el revisar la línea de conducción de agua potable “El capulín” entre el tanque “El capulín” y el tanque “Ampliación Jaramillo” para el abastecimiento de la zona poniente de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Desarrollando para este trabajo de investigación en el capítulo 1, lo que se relaciona a los datos básicos como lo son los lineamientos técnicos para proyectos de agua potable; de igual manera, en el capítulo 2 se abordó la teoría de Líneas de conducción de agua potable.

En lo que se refiere al entorno y a la ubicación geográfica de la línea de conducción en estudio, se encuentra en el capítulo 3 “Resumen ejecutivo de Macro y Micro localización”.

En el capítulo 4 se indica la metodología utilizada en la elaboración de esta investigación, que fue el método matemático cuantitativo, siendo también un diseño de investigación transversal. Asimismo, elaborando un diseño de una línea de conducción de agua potable con bases en la teoría recabada en el capítulo 2 y utilizando programas computacionales de apoyo.

De esta manera, se considera que este trabajo beneficiará a la comunidad de Ingeniería Civil, a la escuela de ingeniería civil en la Universidad Don Vasco, a la ciudad de Uruapan, Michoacán, sobre todo a la zona poniente de la ciudad. Cabe señalar que el principal objetivo de esta investigación es el revisar la línea de conducción de agua potable, para determinar si el funcionamiento es el idóneo.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Desde la antigüedad, el abastecimiento de agua potable ha sido una labor que ha inquietado al hombre, ya que el agua es de suma importancia para el desarrollo de la vida. El agua es imprescindible para la producción alimentaria y sostiene el equilibrio de los ecosistemas.

De acuerdo con la página electrónica www.csva.gob.mx, el agua es considerada como un recurso natural finito y escaso, con un valor económico, ambiental y social, necesario e indispensable para todas las actividades humanas y las asociadas en el contexto de su medio ambiente.

Para disponer del agua en el momento en que es necesaria, con la cantidad requerida y calidad adecuada, se ocupa contar con una infraestructura hidráulica que involucra llevar a cabo los procesos de captación, almacenamiento, conducción, potabilización y distribución. Así como la recolección, tratado, rehúso y en el último de los casos devolverla a la naturaleza sin contaminantes.

Al proceso de conducción de agua potable o también conocido como líneas de conducción, se le conoce al sistema que está formado por un conjunto de conductos y accesorios destinados a transportar el agua proveniente de la fuente de abastecimiento, que va desde el lugar de la captación hasta un punto, el cual es un tanque de regularización, una planta potabilizadora o en su caso la red de distribución.



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.

De acuerdo con investigaciones relacionadas con el tema Línea de conducción de agua potable “El capulín”, se encontró que en la Universidad Don Vasco A.C. existen las siguientes:

La primera lleva el título “Mantenimiento de canales de conducción para generación de energía eléctrica”, realizada por Roberto Silva Chacón, cuyo objetivo general es, demostrar que cuando a las obras de conducción se les da el mantenimiento adecuado se recupera la capacidad de conducción del canal y por lo tanto se aumenta la generación en la planta a condiciones originales. Presentando también como conclusión que la actividad del mantenimiento es netamente benéfico, no solo de un sistema de conducción, sino de todas aquellas cosas donde se practique; para que todo salga a la perfección se debe elaborar un plan de mantenimiento, contratar el personal capacitado para realizarlo y además, es importante mencionar maquinaria adecuada, sino que esta se encuentre en buenas condiciones operativas para que se lleve a cabo de acuerdo a lo especificado.

La segunda investigación que se encontró esta titulada como “Abastecimiento de agua potable y red de distribución para las colonias y fraccionamientos de San Rafael en la zona oriente de Uruapan, Michoacán”, realizada por Felipe Zacarías Gómez y cuyo objetivo general es, el abastecer de tal líquido a determinada masa de gente, sobre todo para resolver las necesidades de orden doméstico, determinando el sistema adecuado que permite solucionar sus prioridades.

Como tercera investigación disponible es la que lleva el título “Sistema de agua potable para la colonia la Santa Cruz”, realizada por Carlos Alberto Caballero

García, donde plasma como objetivo general es el abastecer de agua potable para la colonia Santa Cruz, para satisfacer sus necesidades de orden doméstico.

Cabe señalar que las investigaciones anteriores son temas que se relacionan con la presente investigación, sin embargo no significa que sean similares, ya que la investigación que se realizará se tratará solamente de una línea de conducción a gravedad.

Planteamiento del problema.

La investigación que se llevará a cabo consiste en realizar una revisión de la línea de conducción de agua potable denominada “El capulín”, la cual abastece la zona poniente de la ciudad de Uruapan, ya que existía un problema de escases de agua potable para esa zona. No obstante, la problemática que se tiene actualmente, es si la línea de conducción funciona de manera eficiente, si el diseño fue el más apropiado y a la vez cumpliera con su objetivo, tomando en cuenta las normas correspondientes para su diseño.

Un problema que sucede comúnmente en las líneas de conducción, son las fugas en la tubería, las cuales se deben a la mala instalación de piezas especiales, inexistencia de atraques, mal diseño de la tubería en cuanto la presión resistente, entre otros.

La línea de conducción “El capulín” como se mencionó anteriormente, beneficia directamente a la población de la zona poniente de la ciudad que tenía la necesidad del suministro del líquido vital y se da entre el tanque “El capulín” y el tanque “Ampliación Jaramillo”.



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.

Objetivos.

Con la presente investigación se pretende cumplir con los objetivos siguientes:

Objetivo general.

Revisar la línea de conducción de agua potable “El capulín” entre el tanque “El capulín” y el tanque “Ampliación Jaramillo” para el abastecimiento de la zona poniente de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

De igual forma, a continuación se presentan los objetivos específicos que se han de lograr con este trabajo:

Objetivos Específicos.

- a) Definir de manera conceptual lo que es el agua potable.
- b) Establecer el concepto de una línea de conducción de agua potable.
- c) Mencionar los diferentes tipos de líneas de conducción existentes.
- d) Indicar los tipos de tubería que existen para el suministro de agua potable.
- e) Especificar la función de una línea de conducción de agua potable por bombeo y por gravedad.
- f) Mencionar los datos básicos para llevar a cabo un diseño de una línea de conducción.
- g) Comparar si las dimensiones de diseño de la línea de conducción son las idóneas para su funcionamiento.



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.

Pregunta de investigación.

En la presente tesis de investigación se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas:

- a) ¿El diámetro de la tubería para la línea de conducción es el adecuado para tener un buen funcionamiento?
- b) ¿La línea de conducción cuenta con las piezas especiales necesarias para un buen funcionamiento?
- c) ¿Qué tipo de tubería es el adecuado para la línea de conducción, en términos técnicos y funcionales?

Justificación.

Esta investigación se efectúa con la finalidad de realizar una revisión de la línea de conducción de agua potable “El capulín”, la cual abastece la zona poniente de la ciudad de Uruapan, Michoacán. Trabajo que beneficiará de manera directa al organismo operador de agua potable de la ciudad, ya que de considerarlo contará con información que será útil para saber si es eficiente la línea de conducción, en términos técnicos y funcionales.

Así mismo, se beneficiará la población de la zona poniente de la ciudad, ya que si existen deficiencias en la línea de conducción, se pueden tomar medidas para tenga un mejor funcionamiento y la población tenga un mejor servicio de agua potable.



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.

Con la elaboración de esta investigación, se beneficiará a la Universidad Don Vasco A.C. de manera directa, ya que los alumnos de Ingeniería Civil, tendrán una fuente de información que les puede apoyar para realizar posteriormente investigaciones relacionadas con el tema, donde podrán consultar desde los conceptos básicos del agua potable, iniciando desde la investigación teórica y de campo hasta el proceso de cálculo para la obtención de las dimensiones de tuberías para la línea de conducción.

Delimitación.

La presente investigación sólo comprende la revisión de la Línea de Conducción de Agua Potable “El capulín” entre el tanque “El capulín” y el tanque “Ampliación Jaramillo” para el abastecimiento de la zona poniente de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Además la constituyen temas teóricos donde se da a conocer desde significado del agua potable, la definición de una línea de conducción, hasta los conceptos elementales que son requeridos para el diseño de una línea de conducción, de igual manera se realizarán los cálculos de diseño para determinar la línea de conducción apropiada; todo esto basándose en la normas correspondientes de la Comisión Nacional del Agua.

Marco de referencia.

El municipio de Uruapan se localiza al oeste del Estado de Michoacán, en las coordenadas 19°25'24'' de latitud norte y de 102°03'44'' de longitud oeste, a una altura de 1,620 metros sobre el nivel del mar, tomando como referencia el centro de la ciudad. Limita al norte con los municipios de Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan, al sur con Gabriel Zamora, y al oeste con Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Los Reyes. Su distancia a la capital del Estado, Morelia, es de 120 km.

Su superficie es de 954.17 km² y representa el 1.62 por ciento del total del Estado. Su relieve lo conforman el sistema volcánico transversal, y en el se encuentran los cerros de Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena. Mientras que su hidrografía la constituye el río Cupatitzio, las presas Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y la cascada conocida como la Tzaráracua. Su clima es templado y tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1759.3 mm y temperaturas que oscilan entre 8.0 a 37.5° C.

La ciudad de Uruapan del Progreso, de acuerdo con los resultados del Segundo Censo de Población y Vivienda (2005) contaba con 238,975 habitantes (225,816 habitantes en el año 2000). Su crecimiento poblacional fue bajo, dado que solamente aumentó un 5.8% (poco más de 1% anual). En los últimos años se conurbó la comunidad de Caltzontzin con la ciudad de Uruapan y entre ambas agrupaban 243,478 habitantes en el año 2005.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

En cuanto a la educación cuenta con planteles de preescolar, primaria, secundaria, además del CBETIS, CETIS, preparatoria públicas y privadas, Colegio de Bachilleres, 2 universidades públicas y 4 privadas, además de centros de enseñanza abierta y un CECATI. De igual manera en el sector salud cuenta con IMSS, ISSSTE, Centro de Salud, Hospital Regional, clínicas, 3 hospitales privados y consultorios médicos particulares.

Las vías de transporte con que cuenta la ciudad son la carretera México 37: León – La Piedad – Carapan – Uruapan – Lázaro Cárdenas; la carretera México 14D: Morelia – Pátzcuaro – Uruapan – Lázaro Cárdenas; cuenta con una central de autobuses y un aeropuerto nacional con pista de 2400 metros.

Los proyectos que están en desarrollo son los siguientes:

- Autopista Uruapan - Zamora pero se espera entroncarla con la Autopista 15D, con este proyecto se espera reducir el tiempo de traslado entre ambas poblaciones, además de reducir el tiempo de traslado a otras ciudades del noroeste.
- Amplificación a 4 carriles de la Autopista 14D: El proyecto consiste en que el tramo que comunica con la ciudad de Pátzcuaro es una autovía de 2 carriles, dificultando a veces el tránsito.
- Libramiento Norte Uruapan - Paracho.
- Libramiento Cheranguerán - San Juan Nuevo.

Respecto a la economía en el municipio de Uruapan, la componen la agricultura con cultivos de maíz, caña de azúcar, aguacate, durazno, café, entre otros; la ganadería, con la cría ganado bovino, porcino, caprino, equino, avícola y silvicultura en un pequeño sector; la industria, constituida con el 95% de microindustrias como talleres y fábricas de producción y equipos de construcción; existen más de 1000 comercios distribuidos en 80 giros de los cuales predominan los abarrotes, farmacias, licorerías, etc. ; además hay más de 3000 empresas dedicadas al ramo de servicios en las cuales predominan cafeterías y restaurantes, hoteles, constructoras y demás.

CAPÍTULO 1

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE.

En el presente capítulo se abordarán los datos básicos que se deben tener en cuenta para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable.

1.1. Población de proyecto.

Se define como población de proyecto al número de personas que se tienen contempladas en una localidad al final del período de diseño de un sistema de agua potable.

La población futura se determina para cada grupo demográfico, tomando en cuenta los censos de población históricos, las tasas de crecimiento, las características migratorias, las perspectivas de su desarrollo económico y por los planes de desarrollo urbano de la localidad.

Para determinar un pronóstico de población de proyecto, se tiene el método de crecimiento por comparación y el método de ajuste de mínimos cuadrados, los cuales se definen en los siguientes subcapítulos.

1.1.1. Método de crecimiento por comparación.

El método de crecimiento por comparación, como su nombre lo indica, es realizar una comparación de la tendencia del crecimiento histórico de la población en estudio contra la de otras ciudades con mayor población, pero similares socioeconómicamente, adoptando la tasa media de crecimiento entre ellas. En la Gráfica 1.1 se muestra el método de tasas de crecimiento.



Universidad Nacional
Autónoma de México

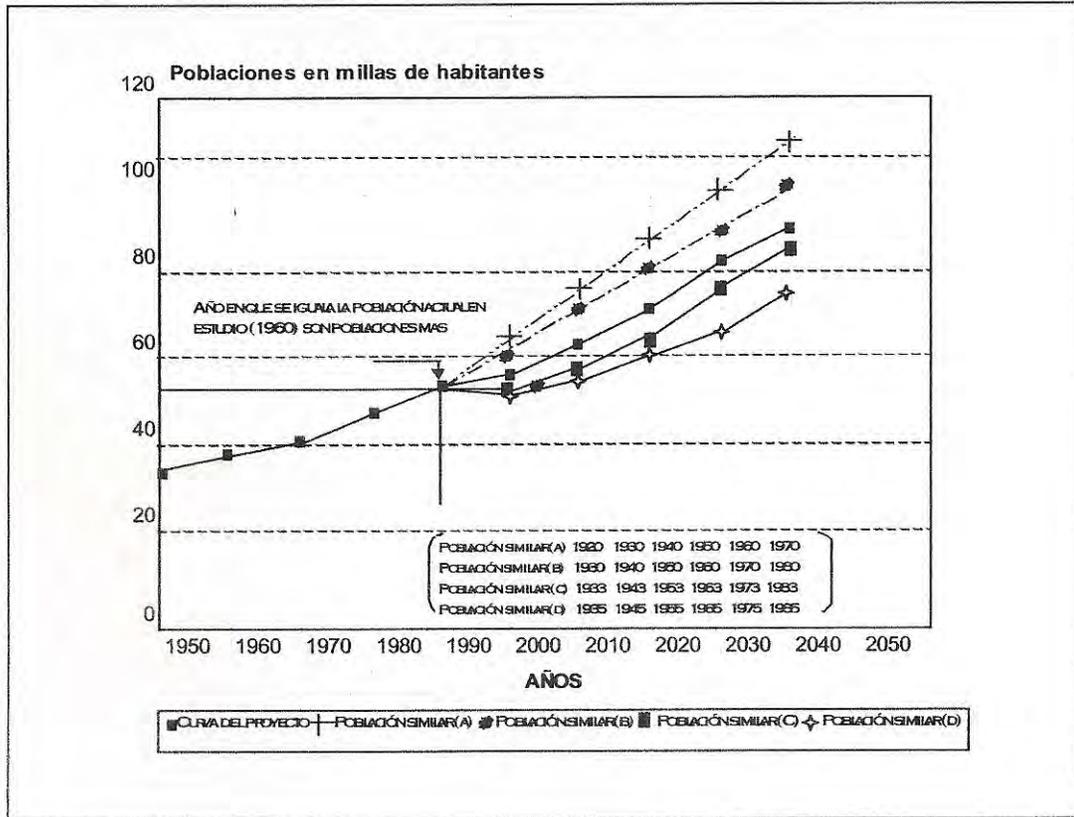


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



Gráfica 1.1. Comportamiento de la tasa de crecimiento con el tiempo.

De acuerdo con la CNA (1994), para determinar la tasa de crecimiento de la población entre dos datos de censos dados o bien para el año “ t_{i+1} ”, se utiliza la siguiente ecuación.

$$i = \left[\left(\frac{P_{i+1}}{P_i} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] 100$$

Donde:

i = Tasa de crecimiento en el periodo t_i - t_{i+1}

P_{i+1} = Población en el año t_{i+1}

P_i = Población en el año t_i

t = Número de años entre la población P_{i+1} y la población P_i

1.1.2. Método de mínimos cuadrados.

Este proceso reside en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados de los censos en años anteriores, a una curva o una recta, de tal manera que los puntos pertenecientes a éstas, concuerden lo más próximo con datos observados.

Para calcular la población de proyecto, se debe considerar el modelo matemático que mejor represente el comportamiento de los datos de los censos históricos de población, ya sea el modelo lineal, exponencial, logarítmico o potencial, obteniendo las constantes “a” y “b” conocidas como coeficientes de regresión.

También existe un parámetro que sirve para establecer que tan atinada fue la designación de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos. Este se llama coeficiente de correlación “r”, teniendo un rango de variación de -1 a +1 y conforme a su valor absoluto se acerque más a 1 el ajuste del modelo a los datos será mejor.

1.2. Período de diseño.

Se define como el intervalo de tiempo que una obra por construir llega a su nivel de saturación; este período es menor que la vida útil de la obra.

Considerando que los períodos de diseño se encuentran vinculados con los aspectos económicos, que así mismo están en función del costo del dinero, es decir la tasa de interés real, siendo ésta el costo del dinero en el mercado menos la inflación. Mientras más alta es la tasa de interés es benéfico diferir las inversiones, reduciendo los períodos de diseño.

Concordando con lo antes mencionado, es recomendable que el período de diseño sea de cinco años, exceptuando aquellas obras en que no se puedan concebir proyectos modulares, es decir obras que no pueden ampliarse fácilmente.

1.2.1. Vida útil de una obra.

La vida útil de una obra es el tiempo que se establece para que cumpla con el servicio de diseño, evitando gastos de operación y mantenimiento elevados, que la hagan antieconómica.

Puede darse el caso, en que la vida útil sea mayor que el período de diseño, ya que está determinada por la duración de los materiales con los que se construyen los componentes. De igual forma, la calidad del agua a manejar, la operación y mantenimiento del sistema son otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable.

Se deben considerar todos los factores, características y riesgos de cada proyecto, para establecer adecuadamente el período de vida útil de cada obra.

1.3. Tipos de consumo

El consumo es la parte del abastecimiento de agua potable que utilizan los usuarios, sin tener en cuenta las pérdidas que existan en el sistema. Las unidades con las que se expresa son las siguientes: $m^3/día$, $l/día$, o cuando el consumo es per cápita se expresa en $l/hab/día$.

El consumo de agua se divide de acuerdo a su uso y al tipo de usuarios: doméstico y no doméstico. En los siguientes subcapítulos se definirán los tipos de consumo.

1.3.1. Consumo doméstico.

Al agua utilizada en las viviendas se le conoce como consumo doméstico. Depende del clima y de la clase socioeconómica de los beneficiarios. El consumo medio de una clase socioeconómica presenta diferencias, entre las cuales se encuentran: la presión de la red, la intermitencia del servicio, la suficiencia del abastecimiento, la existencia de alcantarillado sanitario y el precio del agua.

1.3.2. Consumo no doméstico.

El consumo no doméstico se divide en los siguientes:

a) Consumo comercial. Es aquel en que el uso del agua se da en zonas comerciales y de servicios, y en los cuales los usuarios no los habitan.

b) Consumo industrial. El agua de este consumo se utiliza en empresas, fábricas y hoteles y se establece en función el tipo de industria. Este consumo a su vez se divide en industrial de servicios e industrial de producción; el primero es considerado en hoteles y el consumo personal de los empleados; el segundo depende del tipo de industria que se trate.

c) Usos públicos. Se refiere al agua utilizada en instalaciones de salud, educación, recreación, seguridad, riego de parques, jardines, combate contra incendios, etc.

1.4. Demanda actual.

Se define como demanda actual a la suma de los consumos para cada tipo de usuario adicionándole las pérdidas físicas. Depende de factores como la clase socioeconómica, porcentaje de la población de cada estrato socioeconómico, tamaño de la población, clima, existencia de alcantarillado sanitario, tipo de abastecimiento, calidad del agua y costo del agua.

1.5. Pérdidas físicas.

Al agua que se dispersa debido a las fugas existentes en las líneas de conducción, sistemas de redes de distribución, tanques de regularización y tomas domiciliarias, se le conoce como pérdidas físicas.

Conforme con la CNA (1994), el volumen diario de pérdidas físicas, V_p , que se considera para el cálculo de las demandas y dotaciones será el obtenido con la ecuación que se presenta continuación:

$$V_p = V_{fr} + V_{ft}$$

Donde:

V_p = Volumen de pérdidas, en m^3 .

V_{fr} = Volumen de fugas en red, en m^3 .

V_{ft} = Volumen de fugas en tomas domiciliarias, en m^3 .

Los factores de los cuales dependen estas pérdidas de agua se derivan de la presión a la que esté trabajando la obra, el tipo de material de la tubería y

accesorios, así como la calidad de los mismos. También pueden deberse al proceso de construcción, al mantenimiento preventivo y correctivo que se les practique a los elementos del sistema, y a la antigüedad de la obra.

1.6. Predicción de la demanda.

Para llevar a cabo un diseño es de suma importancia establecer la demanda futura, la cual se calcula con base a los consumos de diversas clases socioeconómicas, actividad comercial, industrial, la demanda actual, el pronóstico de crecimiento de la población y su actividad económica.

Dentro de los aspectos que se deben considerar para la predicción de la demanda se tienen los siguientes:

La proyección del volumen doméstico total se obtiene multiplicando los valores de las proyecciones de la población de cada clase socioeconómica, por sus consumos per cápita para cada año, siempre y cuando este dentro del horizonte de proyecto.

Cuando las demandas comercial, industrial y turística sean poco significativas pueden quedar incluidas en la demanda doméstica. No obstante cuando estas demandas sean importantes, se deben considerar las tendencias de crecimiento histórico con los censos económicos, y se aplicaran los consumos de cada sector a las proyecciones correspondientes.

Una manera de estimar las pérdidas físicas de agua, es determinando el valor a partir de su comportamiento histórico tomando en cuenta los proyectos de

mantenimiento y rehabilitación probables, así como el establecimiento de un programa de control de fugas.

1.7. Dotación.

La dotación se refiere a la cantidad de agua establecida a cada habitante, tomando en cuenta la totalidad de los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y sus unidades son l/hab/día.

Para obtener la dotación media de la localidad se realiza un estudio de las demandas, dividiendo el consumo total entre el número de habitantes de la localidad. Para llevar a cabo el diseño de los componentes de un sistema de agua potable, se debe calcular la dotación particular que le corresponde a cada zona, ya sea habitacional, comercial o industrial.

1.8. Coeficientes de variación diaria y horaria.

Los coeficientes de variación provienen de la fluctuación de la demanda debido a los días laborales y otras actividades.

Debido a que la demanda varía en forma diaria y horaria, los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes ni durante el año, ni el día. Por ello es necesario obtener los gastos Máximo Diario y Máximo Horario, los que se fijan multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente.

En la tabla 1.1 proporcionada por la CNA (1994), aparecen los gastos utilizados para el diseño de las estructuras de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO
Fuentes de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regularización	X	
Tanque de regularización	X	
Línea de alimentación a la red		X

Tabla 1.1. Gasto de diseño para estructuras de agua potable.

Lo más adecuado para la obtención de los coeficientes de variación diaria y horaria, es realizar un estudio de demanda de la localidad, sin embargo si esto no se puede llevar a cabo se pueden considerar los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria medios que determinó el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; donde se determinó la variación del consumo por hora y por día durante un período representativo en cada una de las estaciones del año.

En la tabla 1.2 la Comisión Nacional del Agua (1994) presenta los coeficientes de variación diaria y horaria establecidos.

CONCEPTO	VALOR
Coefficiente de variación diaria (CV_d)	1.4
Coefficiente de variación horaria (CV_h)	1.55

Tabla 1.2. Coeficiente de variación diaria y horaria.

1.9. Gastos de diseño.

Los gastos de diseño que se consideran para proyectos de agua potable son el gasto medio diario y el gasto máximo diario y horario.

1.9.1. Determinación del gasto medio diario.

Se define como gasto medio a la cantidad de agua demandada para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

De acuerdo con la CNA (1994), el cálculo del gasto medio diario se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q_{MED} = \frac{DP}{86400}$$

Donde:

Q_{MED} = Gasto medio diario, en l/s.

D = Dotación, en l/hab/día.

P = Número de habitantes.

86400 = segundos/día.

1.9.2. Determinación de los gastos máximos diario y horario.

Se define como gastos máximo diario y horario, a la cantidad de agua demandada para satisfacer las necesidades de los beneficiarios en un día de máximo consumo, y a la hora de máximo consumo en un año tipo.

En conformidad con la CNA (1994), los gastos máximo diario y máximo horario se obtienen a partir del gasto medio con las ecuaciones que se presentan a continuación:

$$Q_{Md} = CV_d * Q_{med}$$

$$Q_{Mh} = CV_h * Q_{med}$$

Donde:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s.

Q_{Mh} = Gasto máximo horario, en l/s.

CV_d = Coeficiente de variación diaria.

CV_h = Coeficiente de variación horaria.

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.

1.10. Velocidades máxima y mínima.

Las velocidades del agua que se permiten en un conducto dependen de las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Para determinar las velocidades permisibles existen límites inferiores y superiores, de los cuales la velocidad mínima permisible se establece, para evitar que las partículas que lleva el agua se sedimenten. Por otro lado la velocidad máxima se fija para evitar la erosión de las paredes de las tuberías. La Comisión Nacional del Agua realizó una tabla de velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías. (Tabla 1.3)

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/s)	
	MÁXIMA	MÍNIMA
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado de 60 cm d diámetro o mayores	3.50	0.30
Concreto presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto cemento	5.00	0.30
Fierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (policloruro de vinilo)	5.00	0.30

Tabla 1.3. Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías.

1.11. Cálculo de pérdidas de carga por fricción.

Para calcular las pérdidas de energía en el escurrimiento por un conducto existe una variable de diseño denominada coeficiente de fricción.

En el diseño de tuberías a presión de sistemas de agua potable se deben obtener las pérdidas de energía y para esto la CNA recomienda el modelo de Darcy – Weisbach.

Esto se debe a que su rango de aplicación no se restringe a las variables experimentales, como sucede con los modelos de Hazen – Williams y Manning. Además el modelo tiene un fundamento teórico, respecto al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el agua, así como la viscosidad de la misma.

Este modelo considera a los tres tipos de regímenes de flujo, tanto laminar, transición y turbulento, lo que no ocurre con el modelo de Hazen – Williams.

1.11.1 Ecuación de Darcy - Weisbach.

En conformidad con la CNA (1994), para el cálculo de pérdidas de fricción en el diseño de conductos a presión para agua potable se usará la fórmula siguiente:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Donde:

h_f = Pérdida de energía por “fricción”, en m.

f = Coeficiente de “fricción”, adimensional.

L = Longitud de la tubería, en m.

D = Diámetro interno del tubo, en m.

V = Velocidad media, en m/s.

g = Aceleración de la gravedad, en m/s^2

Para establecer el coeficiente de fricción “ f ”, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción, adimensional.

ε = Rugosidad, en mm.

R_e = Número de Reynolds, adimensional.

D = Diámetro interior del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por la siguiente ecuación:

$$R_e = \frac{VD}{\nu}$$

Donde:

V = Velocidad media en el conducto, en cm/s.

D= Diámetro interno del tubo, en cm.

ν = Viscosidad cinemática del agua en cm^2/s .

1.11.2. Ecuación modificada de Colebrook - White.

Ya que la ecuación de Darcy – Weisbach se ha conocido como la mejor fórmula para el cálculo de las pérdidas de energía por conducción, no obstante, debido a la dificultad que tiene la ecuación de Colebrook – White para determinar el coeficiente de fricción (f), se ha ocasionado que se utilicen ecuaciones empíricas de Manning y de Hazen – Williams en los sistemas de agua potable.

A continuación se presentan dos expresiones que arrojan valores de “f” muy similares a los de la ecuación de Colebrook – White, tomadas de la CNA (1994).

Ecuación de Swamme y Jain:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{5.74}{Re^{0.90}} \right) \right]^2}$$

Ecuación de Guerrero:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{G}{Re^T} \right) \right]^2}$$

Donde:

$G = 4.555$ y $T = 0.8764$ para $4000 \leq Re \leq 10^5$

$G = 6.732$ y $T = 0.9104$ para $10^5 \leq Re \leq 3 \times 10^6$

$G = 8.982$ y $T = 0.9300$ para $3 \times 10^6 \leq Re \leq 10^8$

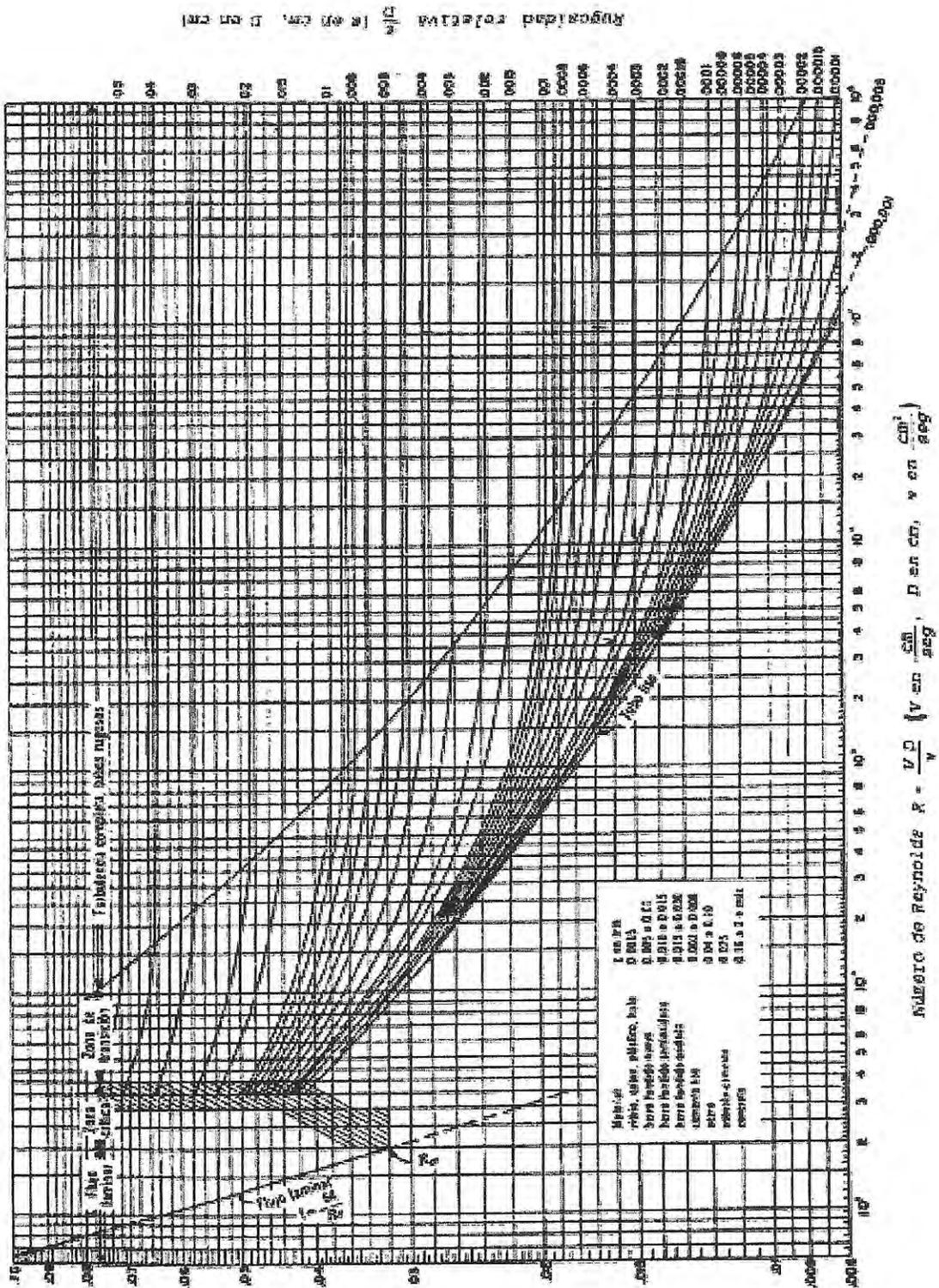
Algunos valores de la rugosidad ε de los materiales se presentan en la tabla

1.4.

MATERIAL	ε en mm
Cobre, PVC, polietileno de alta densidad	0.0015
Fierro fundido	0.005 a 0.003
Acero	0.04 a 0.10
Asbesto cemento	0.025
Concreto	0.16 a 2.0

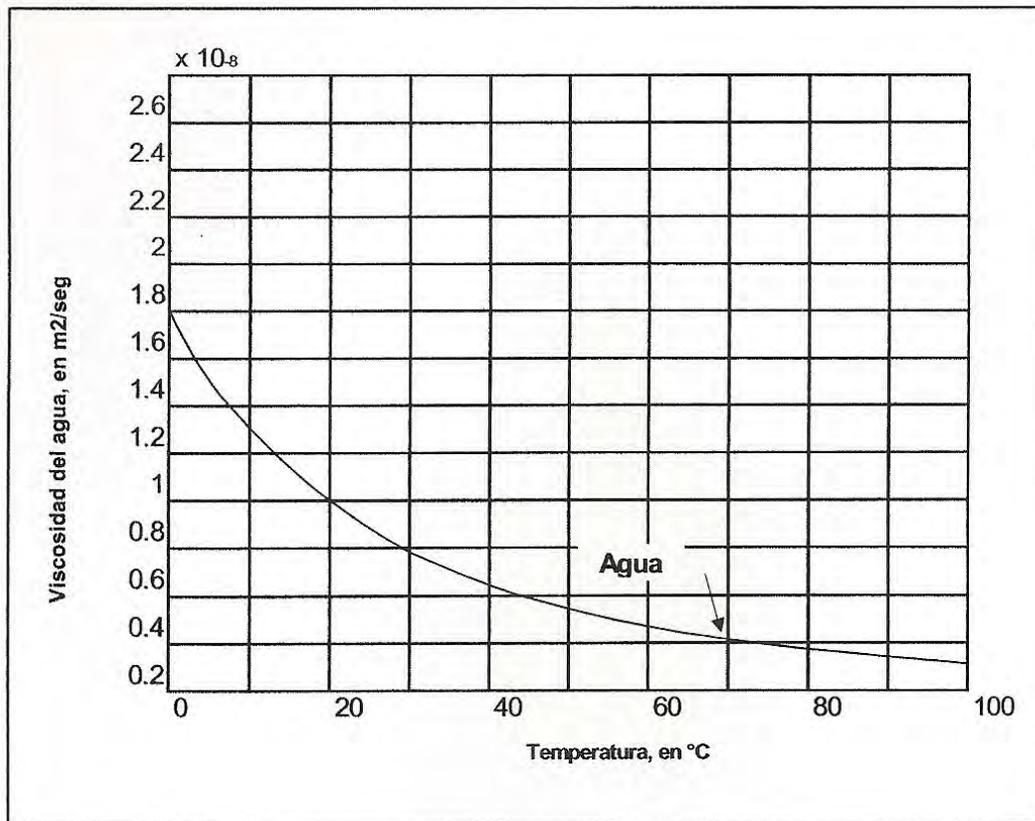
Tabla 1.4. Rugosidad ε de algunos materiales.

En la Gráfica 1.2 se muestra el Diagrama de Moody, donde se obtiene el coeficiente de fricción para cualquier tipo y tamaño de tubo.



Gráfica 1.2. Diagrama universal de Moody.

Además en la gráfica 1.3 se muestra la variación de la viscosidad cinemática del agua.



Gráfica 1.3. Variación de la viscosidad cinemática del agua (ν) con la temperatura.

1.11.3. Variación del coeficiente de fricción con la edad de la tubería.

En tuberías que se han utilizado en un largo período, se presentan coeficientes de fricción mayores que en tuberías nuevas, esto se debe a que en las tuberías con más años de servicio se acumulan protuberancias de oxidación o de otros materiales sobre las paredes de los conductos, y esto hace que aumente la rugosidad o incrustación gradual de la tubería.

Sin embargo, el deterioro de la tubería no solo depende del tiempo de servicio, sino también de la calidad del agua y del tipo de material.

Otro factor que influye en el deterioro de las tuberías es el diámetro, ya que si se tiene un diámetro pequeño se deterioran más rápidamente que si se tiene un diámetro más grande, esto se debe al efecto proporcionalmente mayor de la resistencia de las paredes, ya que el área de la sección queda reducida rápidamente por las incrustaciones.

1.12. Coeficientes de regularización.

La regularización de agua potable se encuentra generalmente entre la captación – conducción y la red de distribución, su finalidad es cambiar el régimen que tiene la línea de conducción, normalmente constante, a un régimen de demandas que se da en la red de distribución y que siempre es variable.

Para cumplir con la regularización, se tiene el tanque de regularización, estructura que debe proveer un servicio eficiente, bajo las normas estrictas de higiene y seguridad, tratando que el costo de inversión y mantenimiento sea el mínimo.

A la capacidad de regularización se le puede adicionar un volumen extra para alimentar la red de distribución en alguna condición de emergencia, como en casos de incendios, desperfectos en la conducción, etc.

La determinación de la capacidad del tanque de regularización depende del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad, y se puede calcular con métodos analíticos o gráficos.

De acuerdo con la CNA (1994), el coeficiente de regularización, está en función del tiempo (número de horas por día) de alimentación de las fuentes de abastecimiento al tanque requiriéndose almacenar el agua en las horas de baja demanda, para distribuirlas en las de alta demanda.

Para el cálculo de la capacidad de el tanque de regularización, es importante tomar en cuenta el número de horas de alimentación o de bombeo, así como su horario, el cual depende de las políticas de operación y los costos de energía eléctrica, los que son mayores en las horas de máxima demanda u horas pico.

Según la CNA (1994), cuando se modifique el horario de bombeo a un período menor de 24 h/día, se debe cambiar el gasto de diseño de la fuente de abastecimiento y conducción, incrementándolo proporcionalmente a la reducción del tiempo de bombeo; el gasto de diseño se obtiene con la expresión:

$$Q_d = \frac{24Q_{Md}}{t_b}$$

Donde:

Q_d = Gasto de diseño en l/s.

Q_{Md} = Gasto máximo diario en l/s.

t_b = Tiempo de bombeo en horas/día.

Para cualquier alternativa de reducción del tiempo de bombeo, se debe considerar que habrá un incremento en el costo de la infraestructura de la conducción y fuente de abastecimiento, y esta última deberá satisfacer el incremento de caudal.

Por lo tanto, la capacidad del tanque de regularización se obtiene con la siguiente ecuación, más el volumen adicionado para las situaciones de emergencias.

$$C = RQ_{Md}$$

Donde:

C= Capacidad del tanque, en m³.

R= Coeficiente de regularización.

Q_{Md}= Gasto máximo diario, en l/s.

1.13. Instalación de las tuberías en zanjas.

La instalación de la tubería depende de la topografía, el tipo de terreno y la clase de la tubería y se puede instalar enterrándola o en la superficie.

No obstante para una máxima protección de las tuberías lo mejor es instalarlas en zanja. Protegiéndolas contra el paso de vehículos, el deterioro o maltrato que le pueden dar los animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

1.13.1. Medidas de la zanja.

Para determinar las dimensiones de la zanja para colocar las tuberías, se tomarán los siguientes criterios proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (1994); el ancho de la zanja:

Para tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm, el ancho de zanja será el diámetro exterior más 50 cm.

Para tuberías con diámetro exterior mayor o igual a 50 cm, el ancho de zanja será el diámetro exterior más 60 cm.

Además los anchos de zanja que se obtengan del cálculo se deben redondear a múltiplos de cinco. En la tabla 1.5 se presentan anchos de zanja que cumplen con los criterios anteriores.

DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO Bd	PROFUNDIDAD H	ESPELOR DE LA PLANTILLA	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN
(cm)	(pulgadas)	(cm)	(cm)	(cm)	(m ³ /m)
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1 1/2	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2 1/2	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77
20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.96
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	1.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	2.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
162.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	98	350	415	34	14.53

Tabla 1.5. Dimensiones de zanjas y plantillas para tubería de agua potable y alcantarillado.

Por otra parte, la profundidad mínima es de 70 cm en tuberías de hasta 51 mm de diámetro y conforme aumente el diámetro, la profundidad será igual al diámetro exterior del tubo, más 5 cm, más el colchón que se muestra en la tabla anterior.

La profundidad máxima variará dependiendo de las características particulares de la resistencia de la tubería, considerando el factor de carga proporcionado por la plantilla de apoyo que se utilice, el peso volumétrico del material de relleno y la carga viva que transmita la superficie.

En el caso de la tubería de asbesto-cemento se debe colocar en zanja para tener una máxima protección y en casos excepcionales se instalará superficialmente, siempre y cuando se garantice su protección y seguridad.

La instalación de la Tubería de PVC siempre se realizara en zanja. Las tuberías de acero, fierro galvanizado (FoGo), concreto y hierro dúctil se podrán alojar en la superficie, guardando su protección y seguridad.

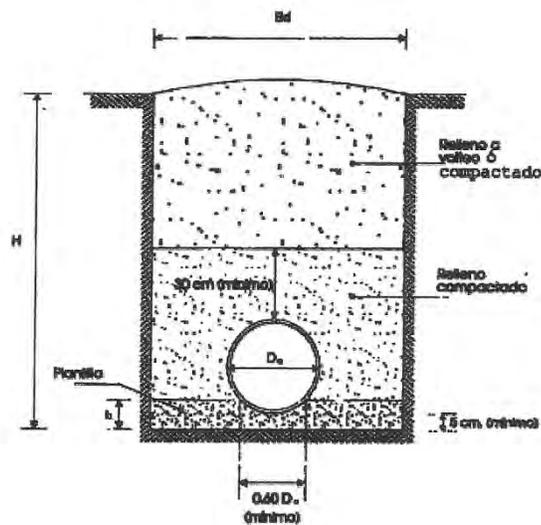


Figura 1.1. Sección de relleno de zanja.

1.13.2. Características de la plantilla.

La plantilla es una superficie de material fino, colocado en el fondo de la zanja, el cual debe haber sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior del tubo, en un ancho mínimo que sea igual al 60% de su diámetro exterior.

Se utiliza para asentar el total de la tubería, se debe colocar material seleccionado libre de piedras para que no provoquen esfuerzos adicionales a la tubería.

Lo que resta de la tubería se debe cubrir hasta una altura de 30 cm por encima del lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptima, rellenando todos los espacios libres abajo y al acostillado de la tubería. Este relleno se debe realizar en capas de 15 cm máximo.

El resto de la zanja se puede rellenar a volteo o compactado si la situación lo amerita, es decir, si la tubería se instala en una zona urbana con tránsito vehicular intenso, el relleno será compactado, de forma contraria si se instala en zonas con poco tránsito vehicular o zonas rurales será a volteo solamente.

Para alojar las campanas o coples de las uniones de los tubos, se deberán excavar las cavidades cuidadosamente para que la tubería se apoye en toda su longitud sobre la plantilla apisonada.

El espesor mínimo de la plantilla sobre el eje vertical será de 5 cm, para el tubo de acero no es necesaria la plantilla.

Después de haber conocido los datos básicos para realizar un proyecto de agua potable, se proseguirá en el siguiente capítulo con las bases teóricas para llevar a cabo el diseño de una línea de conducción.

CAPÍTULO 2

LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE.

En el presente capítulo se darán a conocer aspectos importantes acerca de los componentes de una línea de conducción de agua potable, tales como, obras de captación, materiales utilizados y consideraciones técnicas necesarias para un buen diseño de una línea de conducción.

2.1. Obras de captación.

Una obra de captación se define como aquella obra civil y equipos electromecánicos que se construyen para disponer convenientemente del agua superficial o subterránea de la fuente de suministro.

Estas obras pueden variar conforme a la naturaleza de la fuente de abastecimiento, magnitud y localización. En el diseño de una obra de captación se debe evitar la posible contaminación del agua. En la figura 2.1 se muestran los diferentes tipos de obras de captación.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

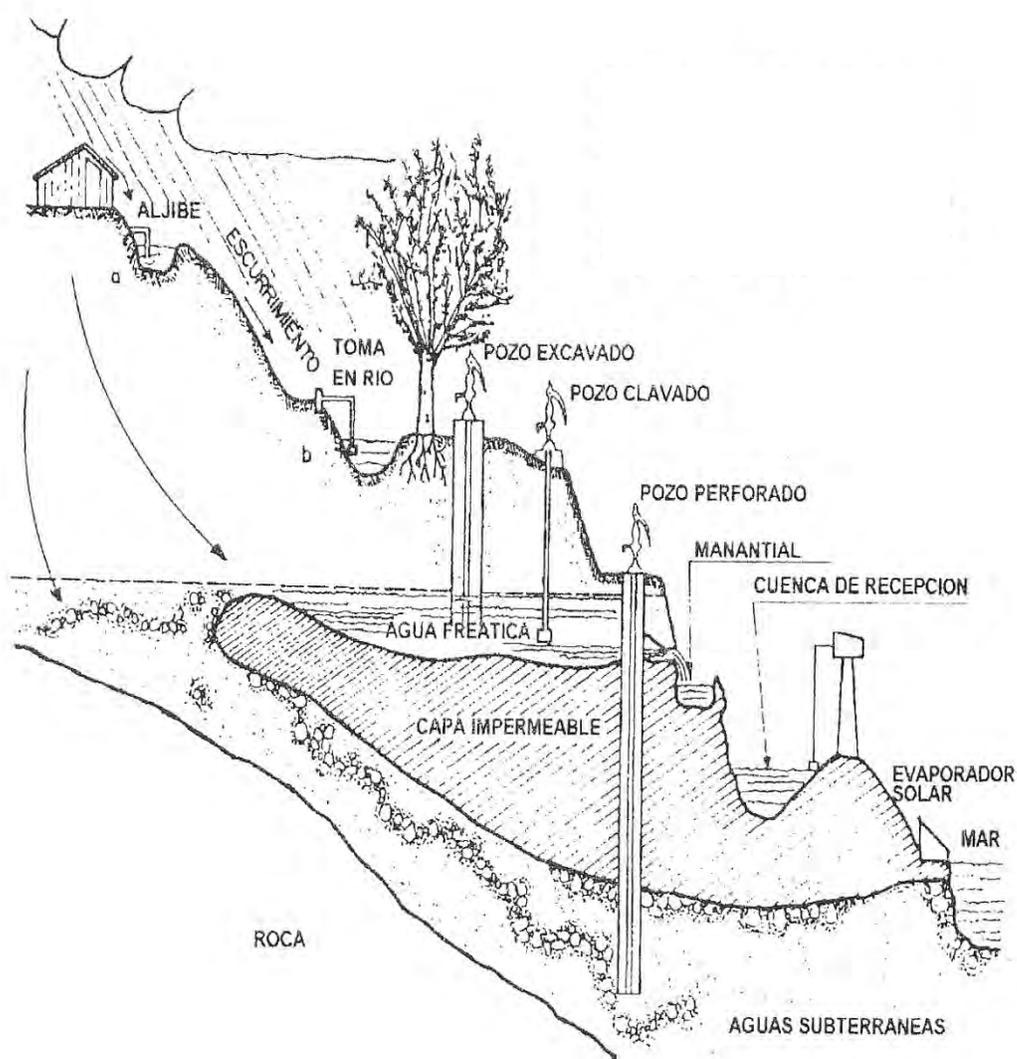


Figura 2.1. Obras de Captación.

2.1.1. Captación de aguas superficiales.

De acuerdo con César Valdez (1994), para el diseño de obras de captación superficiales se requiere obtener los siguientes datos:

- a) Datos Hidrológicos.
 - Gastos medio, máximo y mínimo.

- Niveles de agua normal, extraordinario y mínimo.
- Características de la cuenca; erosión y sedimentación.
- Estudio de inundaciones y arrastre de cuerpos flotante.

b) Aspectos Económicos.

- Generación de alternativas y elección de la más económica que cumpla con los requerimientos técnicos.
- Menores costos de construcción, operación y mantenimiento.
- Costo de las obras de protección.
- Tipo de tenencia del terreno.

Existen diferentes tipos de obras de captación, dependiendo de las características hidrológicas y se exponen a continuación:

1. Para grandes variaciones en los niveles de la superficie libre.

1.a) Torres para captar el agua a diferentes niveles, en las márgenes o en el punto más profundo del río.

1.b) Estaciones de bombeo flotantes, utilizados también en lagos o embalses.

2. Para pequeñas oscilaciones en los niveles de la superficie libre.

2.a) Estaciones de bombeo fijas, con toma directa en el río o un cárcamo.

2.b) Canales de derivación con, o sin, desarenadores. Una estructura de este tipo está compuesto de lo siguiente:

- Un muro equipado corrientemente de una compuerta para prevenir las crecidas.
- Una incisión de la margen provista de compuertas que permitan detener las aguas en exceso y cerrar la toma.
- Un canal, que partiendo de la incisión, lleve en su origen un vertedor que permita el retorno del agua sobrante al río y otra compuerta que permita cerrar por completo el canal.

3. Para escurrimientos con pequeños tirantes.

3.a) Presas derivadoras o diques con toma directa.

3.b) Dique caja y vertedor lateral.

3.c) Dique vertedor y caja central.

2.1.1.1. Captación directa por bombeo o por gravedad.

Un dispositivo sencillo para la captación directa del agua en un río, es un tubo sumergido, siempre y cuando el río no lleve arrastre de materiales en toda la época del año. Además es conveniente que la entrada del tubo no quede en la misma dirección de la corriente, y protegerla con malla metálica para evitar el paso de objetos.

La sumergencia del tubo debe ser suficiente para que entre el gasto pronosticado del sistema, es conveniente asumir una pérdida por entrada de $V^2/2g$, siendo V la velocidad de flujo en el tubo para el diámetro y gasto dados y g la

aceleración de la gravedad. Esta pérdida puede aumentar considerablemente si la entrada del tubo es protegida con la malla metálica.

Si la captación es por gravedad, generalmente es necesario represar las aguas mediante un dique con la finalidad de que la tubería se instale por encima del nivel de la máxima crecida. Si la captación no es por gravedad, debido a la topografía, el método recomendable mediante el bombeo.

Para este sistema lo más recomendable es una bomba centrífuga horizontal, ya que la ubicación del equipo de bombeo y el punto de captación pueden ser distintos, no obstante la desventaja principal es que la altura de succión queda limitada y el desnivel máximo permisible entre la bomba y el nivel de bombeo, es pequeño.

Por otra parte la bomba centrífuga vertical (tipo pozo profundo) posee mayor eficiencia que la horizontal, sin embargo el costo inicial es mayor y al estación de bombeo debe ubicarse directamente por encima del punto de captación. En la figura 2.2. y la figura 2.3 se muestran los esquemas de estos tipos de sistemas de captación.

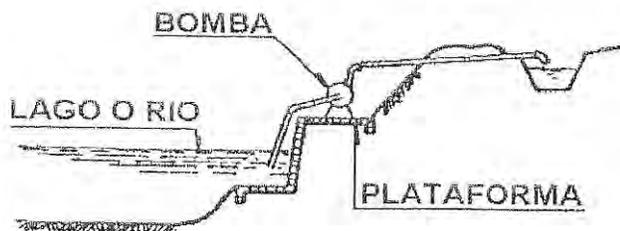


Figura 2.2. Captación directa con bomba centrífuga horizontal.

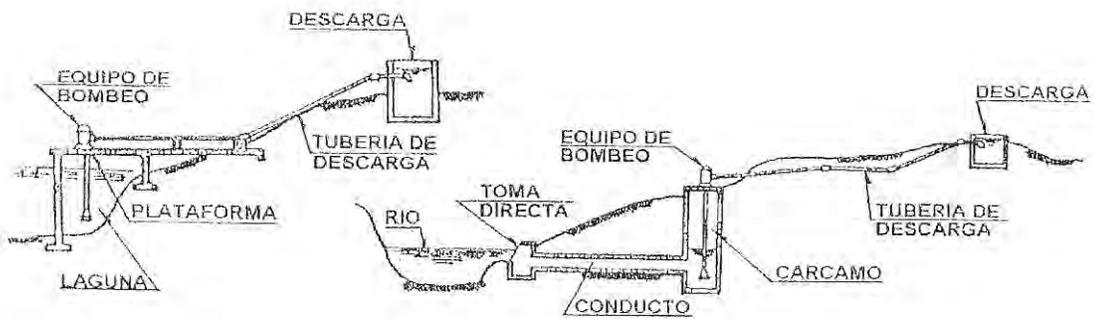


Figura 2.3. Captación directa con bomba centrífuga vertical.

2.1.1.2. Captación por medio de vertedor lateral.

Es factible construir un tanque o canal de concreto armado, provisto de un vertedor lateral, siempre y cuando el dispositivo de captación como lo es un tubo con rejillas, esté expuesto a ser golpeado por los cantos rodados, troncos de árboles, etc., arrastrados por las crecidas del río.

De la misma forma, si el gasto requerido es mayor, la sumergencia requerida para algunos dispositivos de captación puede resultar excesiva, y una solución puede ser un canal lateral con su vertedor correspondiente.

César Valdez (1994), define al vertedor lateral como un dispositivo que permite el paso del agua por encima de una cresta, orientada en sentido paralelo a la dirección principal de la corriente. Mediante la ubicación de la cresta por debajo del nivel normal de las aguas, se produce un gradiente hidráulico hacia la misma, y parte del flujo cambia su dirección original en sentido aproximadamente ortogonal.

2.1.2. Captación de aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas son una importante fuente de abastecimiento de agua. Generalmente el agua no requiere un tratamiento complejo y las cantidades de agua disponible son más seguras. En ciertos lugares, el descenso de los niveles de agua en los pozos ha ocasionado su abandono; sin embargo, los métodos actuales permiten una aproximación muy segura de los recursos de agua subterránea para una prolongada producción.

Las obras de captación más comunes para el agua subterránea son los manantiales, pozos y las galerías filtrantes.

2.1.2.1. Los manantiales.

Un manantial se forma por el agua que aflora a la superficie de un estrato de arena y grava, ya que existe un estrato que le impide infiltrarse aun más, conocido como un estrato de material impermeable, como lo son la arcilla o roca.

La localización de un manantial se da generalmente en las laderas de las montañas, sin embargo, cuando se encuentra un sitio con vegetación verde en una zona seca también se puede presentar un manantial. Otra manera de hallar un manantial es seguir alguna corriente de un río aguas arriba o informarse con los habitantes de la zona, quienes pueden conocer los manantiales existentes en la localidad.

Generalmente el agua de los manantiales es potable, no obstante, ésta se puede contaminar si brota sobre el terreno o un estanque. Para evitar su

contaminación y aprovecharla mejor, se debe resguardar con mampostería, haciéndola fluir directamente hacia la tubería.

La tubería de salida se coloca a 10 cm mínimo, sobre el fondo de la caja del manantial, y asimismo se debe colocar bajo el nivel donde aflora el agua, siempre y cuando sea posible.

2.1.2.2. Tipos de pozos.

“Un pozo es una perforación vertical, en general de forma cilíndrica y de diámetro mucho menor que la profundidad”. (César Valdez;1994,79)

Los pozos se catalogan en dos tipos, en pozos poco profundos o someros y pozos profundos. Los pozos someros excavados únicamente permiten el aprovechamiento del agua freática o también conocida como subálvea, dentro de sus características se mencionan los siguientes: son construidos con herramienta menor (picos y palas); poseen diámetros mínimos de 1.5m y una profundidad máxima de 15m; se deben dejar perforaciones de 25mm de diámetro con espaciamientos de 15 y 25 cm en las paredes del pozo para permitir el flujo del agua.

Por otra parte, los pozos poco profundos se pueden construir por perforación o entubado. De acuerdo con César Valdez (1994), el entubado consiste en un tubo forrado, el cual posee en uno de sus extremos un taladro de diámetro ligeramente superior al de revestimiento y arriba del taladro se colocan orificios, o una rejilla, por los cuales el agua penetra en el revestimiento. Estos pozos tienen un diámetro de 25 a 75 mm y la hinca se realiza por medio de un mazo o por la caída de peso, solamente se pueden emplear en terrenos que no estén muy consolidados.

Debido a que la calidad del agua en algunas zonas es deficiente, se construyen los llamados pozos profundos, los cuales tienen su principal ventaja de perforar capas acuíferas profundas y extensas, donde el agua es profunda y se puede obtener una buena calidad sanitaria.

No obstante, entre las desventajas de un pozo profundo se encuentran, su alto costo y el hecho de que el largo recorrido subterráneo del agua puede provocar que se disuelvan materias minerales que pueden hacerla corrosiva, dura o inadecuada para su aprovechamiento.

Otro pozo utilizado generalmente, es el pozo artesiano, el cual se define como aquel en el que el agua se eleva sobre el nivel en que se encuentra el acuífero, ya que la presión del agua se encuentra bloqueada en el acuífero.

A continuación, se mencionan los componentes que conlleva un pozo:

- a) Ademe del pozo. Es la tubería que se coloca con determinada holgura dentro de la perforación y por lo general es de acero. Su principal función es soportar las paredes de la perforación, sellándolo de las aguas superficiales que no sean adecuadas; es la conexión directa entre la superficie y el acuífero.
- b) Cedazo ó ademe ranurado. Es un tubo con ranuras ubicado después del ademe y sus funciones son, proporcionar estabilidad a las paredes de la perforación, evitar que la arena entre al pozo y facilitar la entrada de agua al interior del pozo, funcionando como un filtro.

- c) Empaque de grava. Además de estabilizar el acuífero, también disminuye el bombeo de arenas, permite una zona de mayor filtración, ampliando así, el radio efectivo del pozo y su gasto de explotación.
- d) Cimentación de bombas. Ésta soporta a las bombas que se colocan superficialmente y deben resistir todas las cargas que actúen sobre ellas. Las bombas no se deben apoyar directamente sobre el ademe del pozo.

2.2. Generalidades de geohidrología.

Para comprender que es la geohidrología, a continuación se definirán algunos conceptos básicos de esta ciencia.

Un acuífero se define como un estrato del subsuelo que tiene agua dulce en volúmenes tales, que se puede tener un aprovechamiento hidráulico mediante su extracción.

Los acuíferos se clasifican en confinados, semiconfinados y libres. Los acuíferos confinados se encuentran entre dos estratos impermeables, uno en la parte superior y otro en la parte inferior. El agua contenida tiene una está a una presión mayor que la presión atmosférica; los acuíferos semiconfinados, son aquellos que se encuentran entre dos estratos menos permeables que los propios acuíferos, ya que ceden o reciben agua en cantidades significativas; por otro lado, los acuíferos libres son aquellos en los cuales el límite superior coincide con el nivel freático.

La relación del volumen de espacios abiertos en el suelo con respecto a su volumen total se le conoce como porosidad, y ésta es una medida de la cantidad de agua que se puede almacenar en los espacios entre las partículas.

“El rendimiento específico, es el porcentaje de agua que está libre para drenar del acuífero bajo la influencia de la gravedad. El rendimiento específico no es igual a la porosidad debido a que las fuerzas de tensión superficial y molecular en los espacios abiertos mantiene algo de agua” (César Valdez; 1994,83)

$$\text{Rendimiento específico} = \frac{\text{Vol. de agua}}{\text{Vol. de suelo}} \times 100$$

El gradiente hidráulico es conocido como la pendiente de la superficie piezométrica. Y su diferencia de elevación de un punto a otro a lo largo de la pendiente es una medida de presión denominada “carga hidráulica”.

En conformidad con César Valdez (1994), la permeabilidad es una medida de la facilidad de movimiento del agua subterránea a través de una roca y depende de la porosidad y de la interconexión de los espacios abiertos.

De acuerdo a la hidráulica del agua, las investigaciones indican que la velocidad de flujo en un medio poroso es directamente proporcional a la pérdida de carga debida al gradiente hidráulico.

2.3. Métodos de perforación de pozos.

Los métodos para la perforación de pozos se exponen a continuación:

- a) Perforación por percusión. Es común utilizar herramienta de cable, incluyendo una barrena chata, un vástago para barrena, percusores y una conexión para cable, unidas todas estas piezas con uniones cónicas roscadas. El funcionamiento consiste en un brazo excéntrico, ya sea una polea o un balancín, el cual hace subir o bajar dentro del pozo húmedo.

- b) Perforación rotatoria. Para llevar a cabo éste método se debe sostiene una punta de corte a una barrena de perforación hueca, la cual gira rápidamente mediante una mesa rotatoria operada a motor. Se debe bombear agua o una suspensión de arcilla disuelta hacia abajo, pasando por el tubo de perforación, manando por las aberturas de la barrena y transportando el material desprendido a la superficie.
- c) Perforación por percusión con circulación inversa. Este método de realizar la perforación, radica en una baliza de percusión que se resbala sobre el exterior del tubo de perforación, la cual rompe los fragmentos hallados. Estos tubos de perforación pueden llegar a tener hasta 204 mm de diámetro, por lo que a través de ellos se pueden mover grandes fragmentos de roca; se pueden excavar pozos de hasta 1.82 m de diámetro y de 213 m de profundidad.

2.4. Tipos de tuberías utilizadas en líneas de conducción.

“Una tubería se define como el conjunto formado por el tubo y su sistema de unión”. (César Valdez; 1994, 107)

En la historia se han utilizado diversos materiales para construir tubos, tales como, madera, plomo, cobre, hierro fundido, acero y concreto, sin embargo a través de los años algunos de estos materiales han sido descartados y actualmente los tubos utilizados están creados a base de fibras de asbesto y cemento, acero, concreto reforzado y plástico (polietileno y PVC).

A continuación se dará una pequeña descripción de los distintos tipos de materiales utilizados para la fabricación de tubos:

Tuberías de fibro-cemento. Son fabricados con asbesto y cemento tipo portland o portland puzolánico, este material no se oxida o corroe, además posee una superficie tersa, la cual permite obtener un coeficiente de rugosidad de $n= 0.10$ de acuerdo a la formula de Manning, generalmente éstas tuberías tienen longitudes de 4 y 5 m. Sin embargo su principal desventaja es que al salir de la fábrica se empiezan a degradar en su calidad por la falta de cuidado en su transporte, almacenaje y manejo.

Tuberías de plástico, polietileno y cloruro de polivinilo (PVC). De acuerdo con César Valdez (1994), el polietileno es un derivado del gas etileno, el cual es un componente del gas natural o también se puede obtener de la refinación del petróleo; existen tres tipos de polietileno, de densidad baja, media y alta.

Entre las ventajas de las tuberías de polietileno se encuentran la gran flexibilidad que poseen, permitiendo su presentación en rollos; su ligereza, pesando 8 veces menos que el acero y 3 veces menos que el asbesto-cemento y no presentan corrosión.

“El PVC (Cloruro de polivinilo) es un material termoplástico compuesto de polímeros de cloruro de vinilo, un sódico incoloro con alta resistencia al agua, alcoholes, ácidos y álcalis concentrado”. (César Valdez; 1994, 109)

Las tuberías de PVC se presentan o fabrican en dos líneas, la métrica y la inglesa. La línea métrica, presentada en color blanco, se diseña de acuerdo al

sistema internacional de medidas y está conformada por 13 diámetros; de 50 a 630 mm y permiten presiones de trabajo de 5, 7, 10, 14 y 20 kg/cm², y de acuerdo a cada presión se clasifican en distintas clases. La unión de estos tubos se consigue mediante el sistema espiga campana con anillo de hule y su longitud normal es de 6 metros.

Por otro lado la inglesa presentada en color gris, se diseño de acuerdo con el sistema de unidades inglesas y se elaboran con 11 diámetros que van de 13 a 200 mm, y dependiendo del cociente entre su diámetro exterior y su espesor mínimo de pared se determina el RD. En la tabal 2.1 se muestran los tipos de RD y su presión de trabajo.

Tipo de RD	Presión de trabajo. (kg/cm²)
RD-41	7.1
RD-32.5	11.2
RD-26	13.5
RD-13.5	22.4

Tabla 2.1. Tipo de RD y presión de trabajo en tubería de PVC sistema ingles.

Las tuberías de polietileno se elaboran en 4 diferentes RD, teniendo un factor de seguridad igual a 3 o 4 veces la presión de trabajo para llegar a la presión de ruptura, el factor 3 se utiliza en líneas subterráneas en terreno estable y el factor 4 en líneas expuestas a la intemperie. En la tabla 2.2 se muestran los tipos de RD y presión de trabajo con el factor 3 y 4.

Tipo de RD	Presión de trabajo factor 3 (kg/cm²)	Presión de trabajo factor 4 (kg/cm²)
RD-9	14.7	11.1
RD-13.5	9.4	7.1
RD-17	7.3	5.5
RD-21	5.9	4.4

Tabla 2.2. Tipo de RD y presión de trabajo en tubería de polietileno.

Las tuberías de acero se fabrican con diámetros desde 4.5 in (114.3 mm) hasta 48 in (1219 mm), son recomendables para las líneas de conducción sujetas a una alta presión de trabajo. Se protegen contra la corrosión interior y exterior y entre sus principales ventajas se encuentra su alta duración, resistencia, flexibilidad y la adaptación a las distintas condiciones de instalación que se presenten.

También se han utilizado tuberías de acero galvanizado, presentándose en diámetros de 10, 13, 19, 25, 32, 38, 50, 64, 76 y 102 mm con una longitud de tubo de 6.40 m.

Por otra parte, de acuerdo con Cesar Valdez (1994), las tuberías de concreto más frecuentes en las obras de conducción se presentan a continuación:

- a) Tuberías de concreto reforzado con junta de hule y concreto.
- b) Tuberías de concreto presforzado.
- c) Tuberías de concreto pretensado.
- d) Tubos de concreto presforzado sin cilindro de acero.
- e) Tubos de concreto presforzado con cilindro de acero.

2.5. Elementos de tuberías de conducción.

Los componentes de las tuberías de conducción, son tres; primeramente se compone por tramos rectos y curvos que se ajustan a la topografía del terreno; el segundo son los cambios presentados en la geometría de la sección; y el último son los distintos dispositivos para controlar el flujo en la tubería y para revisar que el funcionamiento de la línea de conducción sea el eficiente.

2.5.1. Piezas especiales.

Las piezas especiales son indispensables en las líneas de conducción y se pueden utilizar para los cambios de dirección, variación del diámetro, accesos a válvulas, etc., como lo son los codos, válvulas, cruces, tees, carretes, extremidades, entre otros. Generalmente se construyen de fierro fundido, fibro-cemento, PVC, etc., todo depende del material que sea la tubería.

Sin embargo, las piezas especiales más utilizadas son las de fierro fundido y por lo mismo se fabrican para todos los diámetros de las tuberías. Se conectan mediante bridas, tornillos y empaques de sellamiento intermedios, ya sea de hule, plástico o plomo. Para la unión de estas piezas especiales con tuberías de fibro-cemento, se utiliza la junta gibault, la cual permite conectar una extremidad de fierro fundido con una tubería de fibro-cemento. Estas piezas se pueden observar en la figura 2.4.

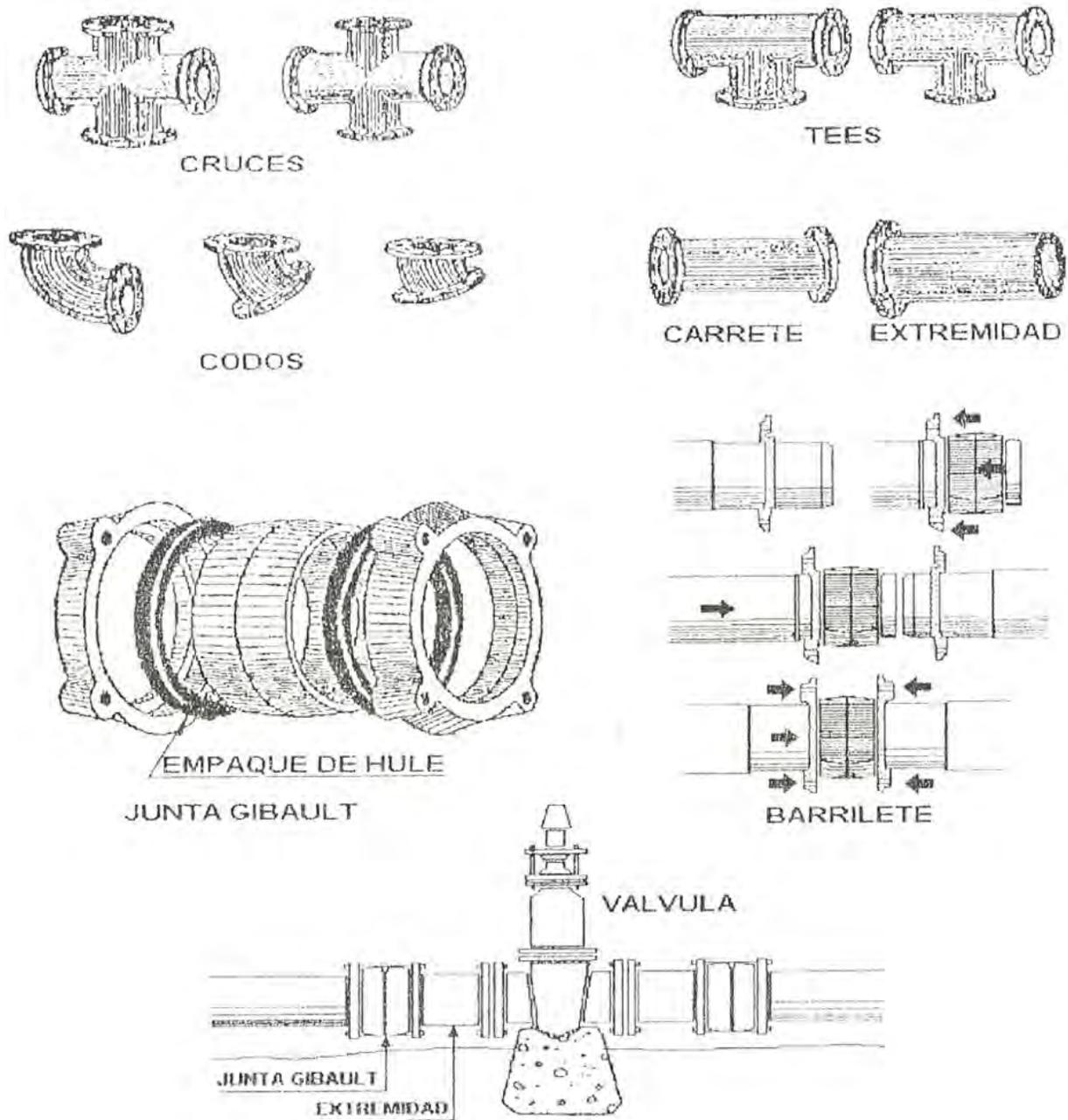


Figura 2.4. Piezas especiales de hierro fundido.

Las piezas especiales de fibro-cemento se fabrican con segmentos de tubería del mismo material, pegados con Epoxy, una resina con gran adherencia, pero cuya resistencia a los golpes es reducida, por ellos solo su fabricación se limita a conexiones para tuberías hasta de 150 mm (6") de diámetro.

En cuanto a las piezas especiales para las tuberías de PVC, existen todas las conexiones necesarias, tales como, para cambiar la dirección, derivar o unir sistemas de igual o distinto diámetro, cerrar los extremos de una línea, unir tubería de PVC a válvulas o piezas metálicas bridadas o con rosca, incluso es posible unir la línea de PVC con fibro-cemento y unir la serie métrica con la inglesa.

2.5.2. Dispositivos de control y protección de bombas y tuberías.

En las líneas de conducción es necesario utilizar ciertos elementos para proteger las tuberías y, si existe, al equipo de bombeo, principalmente del golpe de ariete; otros dispositivos controlan la descarga de la línea de conducción.

Para tener una mayor comprensión del funcionamiento de los dispositivos de control y protección que se utilizan con mayor frecuencia, la figura 2.5 muestra la instalación de 3 bombas conectadas para operar en paralelo, a una línea de conducción.

La llamada junta flexible se recomienda para tener una holgura para movimientos ocasionados por el trabajo de la bomba, o para absorber pequeños alineamientos a la hora de montar el sistema; asimismo, se utiliza para desconectar con facilidad el equipo de bombeo cuando se necesite. Las juntas mas empleadas son las Dresser y Gibault.

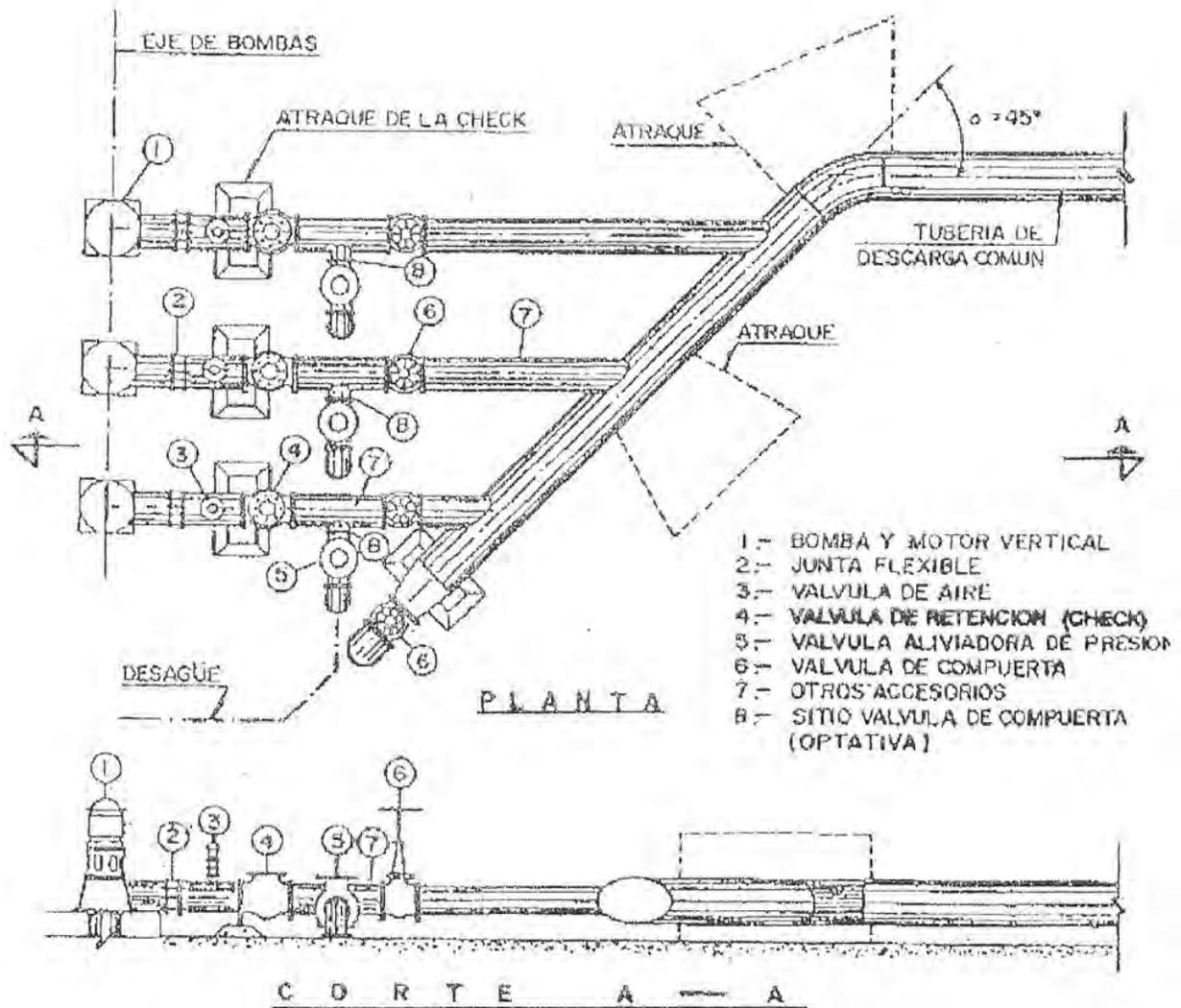


Figura 2.5. Conexión de tres bombas para trabajar en paralelo, mostrando los elementos de control y protección.

Las válvulas eliminadoras de aire tienen el objetivo de expulsar el aire retenido en la succión cuando la bomba no está funcionando, llevándose a cabo ésta expulsión justo al encenderse la bomba, y se ubica generalmente a continuación de la junta flexible. También se puede acoplar a una válvula Check la cual ayuda a amortiguar el golpe de ariete.

También se utilizan válvulas eliminadoras de aire a lo largo de la línea de conducción, ya que al acumularse el aire en el interior de la tubería, tiende a ocupar los puntos topográficos altos del perfil de la línea y si no se extrae, produce una sofocación de la sección que puede llegar a interrumpir el flujo del agua. En la figura 2.6. se muestra una válvula eliminadora de aire y sus componentes.

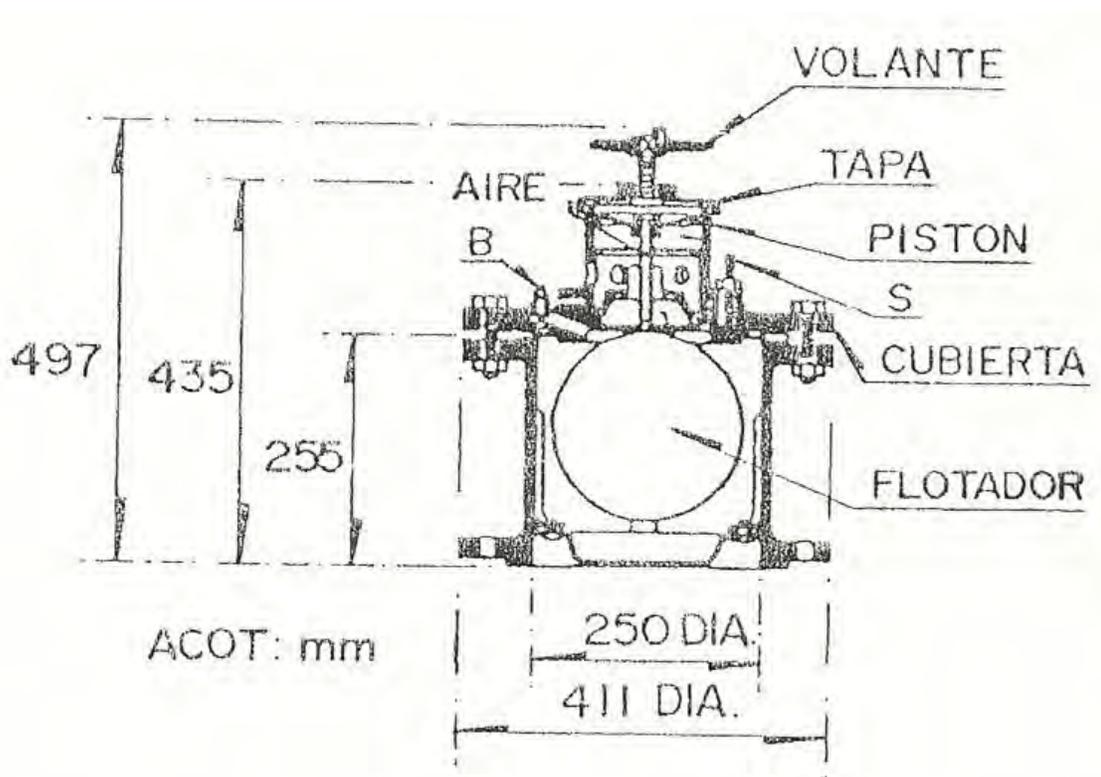


Figura 2.6. Válvula eliminadora de aire.

El diámetro de la válvula de expulsión de aire se selecciona de acuerdo al diámetro de la tubería y gasto que llevará la línea de conducción, apoyándose en la tabla 2.3.

Diámetro de la tubería	Gasto en l/s	Diámetro de la válvula
1/2" a 4"	0 a 12.6	1/2"
6" a 10"	12.7 a 50.4	1"
12" a 18"	50.5 a 201.6	2"
20" a 24"	201.7 a 472.5	3"
26" a 30"	472.6 a 819.0	6" a 8"

Tabla 2.3. Diámetros de las válvulas de expulsión de aire.

Otro tipo de válvula utilizada en una línea de conducción es la válvula de retención, la cual tiene por objeto, retener la masa de agua que se encuentra en la tubería, al suspender la operación de la bomba y con la finalidad de evitar esfuerzos mayores en las bombas debido al golpe de ariete. Esta válvula se instala generalmente después de la válvula de expulsión de aire en el tren de salida de la línea de conducción y el tipo de válvula de retención utilizada comúnmente es la llamada Válvula Check, aunque en el mercado también existe la Duo Check. La selección del tipo de Check a utilizar depende del diámetro de la válvula, de las presiones a la cual operará y de su costo en el mercado.

La válvula de compuerta es también utilizada en líneas de conducción con la finalidad de aislar en una situación dada algún elemento del sistema para poder llevar a cabo alguna reparación, inspección o simplemente darle mantenimiento, sin que el servicio se interrumpa por completo. Es importante considerar que este tipo de válvulas se utilizan cuando se requiera un cierre o apertura total, y no es recomendable como reguladora de gasto.

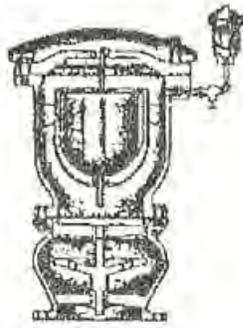
Las denominadas válvulas de mariposa, pueden sustituir a las de compuerta cuando se ocupan diámetros grandes y presiones bajas en la línea, su ventaja es que son más ligeras, de menor tamaño y de menor costo. Funcionan mediante una flecha que acciona un disco haciéndolo girar centrado en el cuerpo de la válvula. El diseño de esta válvula le permite ser utilizada como reguladora de gasto y en ciertos casos para sofocar la descarga de una bomba.

De igual manera existen las válvulas de globo, las cuales son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua, por lo que comúnmente se utilizan en tuberías de diámetros pequeños.

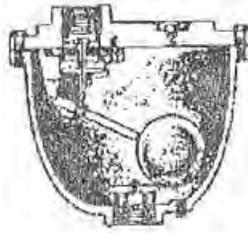
Las válvulas aliviadoras de presión son utilizadas para la protección del equipo de bombeo, tuberías y demás dispositivos en la conexión, contra los cambios bruscos de presión que se producen al arrancar o parar la operación del equipo de bombeo.

De acuerdo con Cesar Valdez (1994), esta válvula está diseñada de manera tal que puede abrirse automáticamente y descargar al exterior cuando la presión en el sistema es mayor que aquella con la que fue calibrada lográndose con ello el abatimiento de la línea piezométrica. El cierre también es automático y se logra cuando la presión en la línea llega a ser menor que la de su ajuste o calibración.

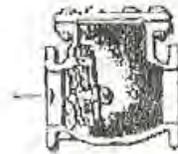
Finalmente tenemos los desagües, los cuales se instalan en los puntos más bajos del perfil de la línea de conducción, y tiene como objetivo desaguar la línea en caso de roturas de la tubería durante su operación; además se usan para el lavado de la tubería durante su construcción.



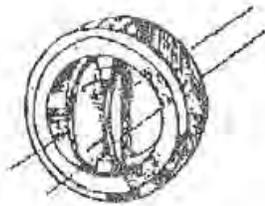
(1) DE AIRE



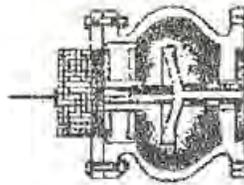
(2) DE AIRE



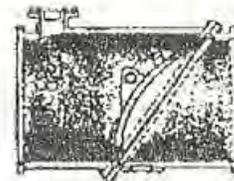
(3) CHECK



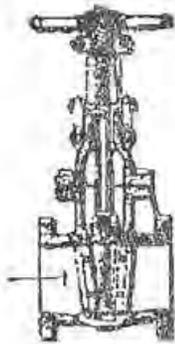
(4) DUO - CHECK



(5) CHECK SILENCIOSA



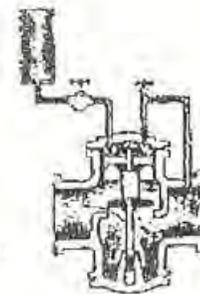
(6) ROTO CHECK



(7) COMPUERTA



(8) MARIPOSA



(9) ALVIO

Figura 2.7. Tipos de válvulas.

2.6. Factores por considerar en el proyecto de líneas de conducción.

Para llevar a cabo un proyecto de líneas de conducción de agua potable, se deben considerar los factores principales que se muestran a continuación:

- a) Topografía. Es útil obtener perfiles topográficos que permitan tener presiones de operación bajas, evitando tener puntos altos notables. Ya que las características topográficas determinan el tipo y clase de tubería se utilice en una línea de conducción.
- b) Afectaciones. Para evitar problemas como la afectación de terrenos particulares o ejidales, cuando se va a trazar una línea; es preferible utilizar los derechos de vía, ya sea de causes de agua, caminos, ferrocarriles, líneas de transmisión de energía eléctrica y linderos.
- c) Geotecnia. Generalmente las tuberías de conducción deben quedar enterradas, principalmente las de asbesto-cemento y PVC. Por ello se debe buscar el trazo más adecuado para permitir disminuir las excavaciones en roca; además se debe investigar el nivel freático.
- d) Cruzamientos. Al llevar a cabo el trazo topográfico se deben indicar las zonas más apropiadas para el cruce de caminos, vías férreas, ríos, etc.
- e) Calidad del agua por conducir. Es de notable importancia saber si el agua por conducir en turba, incrustante, corrosiva, o si posee manganeso o hierro, ya que se pueden dañar notablemente la capacidad de la tubería.
- f) Gasto por conducir. Para gastos pequeños, o cuando se usan tuberías con diámetros menores a 150 mm y menores, se recomienda utilizar el PVC, y para diámetros hasta de 500 mm y carga de operación de 14.0 kg/cm^2 , son

recomendables las de fibrocemento. Para diámetros mayores de 610 mm, se deben comparar mediante un estudio económico, las tuberías de fibrocemento, acero y concreto presforzado.

- g) Costos de suministro e instalación de tuberías. Se deben considerar los costos de suministro para los casos de adquisición por parte de los Gobiernos Federal, Estatales y por contratistas.
- h) Normas de calidad y comportamiento de tuberías. Es de suma importancia estar al tanto de las especificaciones de fabricación de las tuberías que se encuentran en el mercado, así como de las pruebas de control de calidad, las recomendaciones para su transporte, manejo y almacenaje.
- i) Aspectos socioeconómicos. Si no se toma en cuenta lo indicado en el inciso b, se originan problemas con los habitantes de la región, cambios en el trazo de la línea, indemnizaciones, etc. También se debe considerar de acuerdo a la localización de la fuente de abastecimiento, si la conducción se puede hacer por gravedad o por medio de bombas.

2.7. Fórmulas para el cálculo de la resistencia por fricción o superficial en tuberías.

En conformidad con César Valdez (1994), en las líneas de conducción de agua potable largas, la resistencia por fricción o superficial, ofrecida por el interior del tubo es el elemento dominante en su diseño hidráulico.

La formula Darcy-Weisbach es una de las más antiguas y se escribe de la siguiente manera:

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Donde:

h_f = Perdida de carga.

L = Longitud de la línea.

D = Diámetro de la tubería.

v = Velocidad.

g = Aceleración de la gravedad.

f = Factor adimensional.

El factor adimensional de fricción f depende del número de Reynolds R y es función de la rugosidad relativa ϵ/r , en donde ϵ es una medida de la rugosidad absoluta y r el radio interior del tubo $\left(2 \frac{\epsilon}{D} = \frac{\epsilon}{r} \right)$.

El diagrama de Moody presentado en la gráfica 1.2 del capítulo anterior, muestra la relación f: R, este diagrama entraña un trazado logarítmico de $1/\sqrt{f}$ contra $R\sqrt{f}$ con escalas para f y R agregadas por conveniencia para encontrar f y usarla en la ecuación de Darcy-Weisbach.

Con referencia a R y ϵ/r , la gráfica de Moody muestra lo siguiente:

- a) El flujo laminar persiste hasta que $R=2000$, y la relación f:R es simplemente $f= 64/R$.

b) Por encima de $R=4000$, se establece el flujo turbulento por completo, y el trazo único para flujo laminar se ramifica en una familia de curvas para valores crecientes de ϵ/r sobre un límite inferior que identifica a la relación

$$f:R \text{ para tubos lisos como } \frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log R\sqrt{f} - 0.8.$$

c) Para tubos ásperos, la rugosidad relativa ϵ/r domina y $\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \frac{r}{\epsilon} + 1.74$

d) En la zona crítica entre $R=2000$ y $R=4000$, hacen su aparición tanto R como ϵ/D en la ecuación semiempírica de Colebrook y White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.74 - 2 \log \left(\frac{\epsilon}{r} + \frac{18.7}{R\sqrt{f}} \right).$$

Fórmula de Hazen – Williams.

La formula de Hazen – Williams para conductos circulares es en el sistema métrico:

$$Q = 35.834 \times 10^{-7} C D^{2.63} S^{0.54}$$

Donde:

Q = Es el gasto en l/s.

C = Es el coeficiente de capacidad hidráulica del conducto.

D = Es el diámetro en mm.

S = Es el gradiente hidráulico.

Fórmula de Manning.

Aunque lo más conveniente es utilizar la fórmula de Hazen – Williams en conductos de flujo libre o conductos que no fluyen llenos, los Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (CNA, 1994), sugieren el uso de la fórmula de Manning en conductos que fluyen llenos.

La fórmula de Manning se escribe:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} s^{1/2}$$

En donde:

V= velocidad media del agua, en m/s.

n= coeficiente de rugosidad de la tubería.

R= radio hidráulico de la tubería en m.

s= pendiente hidráulica.

$$s = \frac{h_f}{L}$$

h_f = pérdida de carga por fricción, en m.

L= longitud de la línea de conducción, en m.

Q= gasto por conducir, en m³/s.

D= diámetro de la tubería, en m.

$$\text{Como } R = \frac{A}{p}$$

En donde

A= área hidráulica del conducto

p= perímetro mojado.

En la tabla 2.4 se muestran las velocidades máximas recomendadas para el escurrimiento del agua en los distintos tipos de tubería, así como el coeficiente de rugosidad n y capacidad hidráulica C correspondiente. En todos los casos, la velocidad mínima es de 0.3 m/s.

Tubería de:	Velocidad máxima permisible (m/s)	n Coeficiente de rugosidad de Manning	C Coeficiente de capacidad hidráulica
Concreto simple hasta 0.45 m de diámetro	3.0	0.011	140
Concreto reforzado de 0.60 m de diámetro o mayor	3.5	0.011	140
Fibro-cemento	5.0	0.01	140
Acero Galvanizado	5.0	0.014	140
Acero sin revestimiento	5.0	0.014	140
Acero con revestimiento	5.0	0.011	140
Polietileno de alta densidad	5.0	0.009	140
PVC (policloruro de vinilo)	5.0	0.009	140

Tabla 2.4. Velocidades máximas recomendadas para el escurrimiento del agua en

los distintos tipos de tuberías, y coeficientes de rugosidad correspondiente.

2.8. Conducciones por gravedad.

De acuerdo con César Valdez (1994), el cálculo hidráulico para una conducción por gravedad, el escurrimiento del agua por gravedad en una tubería, considerando el caso común en que la descarga es libre, se rige por la expresión:

$$H = \frac{V^2}{2g} + h_f + h_s$$

en donde:

H= carga hidráulica disponible en m.

$\frac{V^2}{2g}$ = carga de velocidad, en m.

h_f = pérdida por fricción en la tubería, en m.

h_s = suma de pérdidas secundarias, en m.

En el cálculo hidráulico de una conducción:

- a) La carga disponible "H"
- b) La longitud de la línea "L"

Estos datos se obtienen de los trazos topográficos de la conducción y se determina lo siguiente:

- a) El tipo de tubería (fibro –cemento, PVC, acero, etc.)
- b) El diámetro comercial y
- c) La clase de tubería por usar, de acuerdo a las presiones de operación.

Para realizar el cálculo para el diseño de una línea de conducción por gravedad se llevan a cabo las siguientes fórmulas:

Para el cálculo del diámetro de la tubería se aplican las fórmulas de Dupuit

$$\phi > 10 \text{ l/s } \phi = 1.5\sqrt{QMd}$$

$$\phi < 10 \text{ l/s } \phi = 1.2\sqrt{QMd}$$

Donde:

ϕ = Diámetro de la tubería, en pulgadas.

QMd = Gasto máximo diario, l/s.

La velocidad de la tubería se obtiene:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

A = Área del tubo, en m².

d = Diámetro del tubo, en m.

Q = Gasto, en m³/s.

V = Velocidad, en m/s.

Las pérdidas por fricción se obtienen calculando primeramente el Número de Reynolds:

$$R_e = \frac{VD}{\gamma}$$

Donde:

V = Velocidad, en m/s.

D = Diámetro del tubo, en m.

γ = Viscosidad del material, adimensional.

R_e = Número de Reynolds, adimensional.

Posteriormente se obtiene el régimen turbulento, ya que es una línea de conducción:

$$f = \frac{0.3164}{R^{0.25}}$$

Donde:

R = Número de Reynolds, adimensional.

f = Régimen turbulento, adimensional.

Por ultimo las pérdidas por fricción:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Donde:

f = Régimen turbulento, adimensional.

V = Velocidad, en m/s.

D = Diámetro del tubo, en m.

L = Longitud de la línea de conducción, en m.

g = Aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

h_f = Pérdidas por fricción, en m.

2.9. Conducciones por bombeo.

En conformidad con César Valdez (1994), la bomba produce siempre un salto brusco en el gradiente hidráulico que corresponde a la energía H_m , comunicada al agua por la bomba. H_m es siempre mayor que la carga total de elevación contra la cual trabaja la bomba, para poder vencer todas las pérdidas de energía en la tubería.

La carga de presión H_m producida por la bomba es conocida como “carga manométrica”, o “carga dinámica total”, y señala siempre la energía dada al agua a su paso por la bomba.

Si se considera como obra de captación un pozo, la carga dinámica total la representa la siguiente expresión, cuando la descarga es ahogada.

$$H_m = h_f + h_s + h_i + h_a$$

Sin embargo, si la carga es libre, habrá que agregar a la expresión la carga de velocidad:

$$H_m = \frac{V^2}{2g} + h_f + h_s + h_i + h_a$$

Donde:

H_m = carga dinámica total, en m.

$\frac{v^2}{2g}$ = carga de velocidad, en m.

V= velocidad media del agua en m/s.

h_f =pérdidas por fricción en la tubería, en m.

h_s = pérdidas secundarias, en m.

h_i =altura de impulsión, en m.

h_a = altura de aspiración, en m.

Para proteger el equipo de bombeo y la tubería de la conducción, se deben tomar en cuenta los efectos derivados por el golpe de ariete.

Se define al golpe de ariete como la variación de presión en una tubería, ya sea por encima o por debajo de la presión normal de operación, ocasionada por rápidas fluctuaciones en el gasto derivadas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas, sea en condiciones normales de operación o por una interrupción de la energía eléctrica, cuando ésta se utiliza en los motores que impulsan a las bombas.

La línea de conducción debe proyectarse para resistir en cada punto una presión interna correspondiente a la máxima que produce al golpe de ariete, mientras que la presión negativa no debe quedar por debajo, en ningún punto, de la arista superior del tubo; ya que habría peligro de aplastamiento si la tubería no tiene resistencia para soportar la presión exterior atmosférica.

2.10. Instalación de tuberías.

La instalación de tuberías puede llevarse a cabo enterrándolas, en la superficie o con la combinación de estas dos formas. Sin embargo, para elegir la manera de instalarlas se debe considerar la topografía, la clase de tubería y la geología de terreno. También se deben considerar factores relacionados con la protección de la línea de conducción.

Se deberá evitar, cualquiera que sea el tipo de instalación, que existan quiebres tanto verticales como horizontales, con la finalidad de suprimir codos y otras piezas especiales necesarias para dar cambios de dirección, ya que estos quiebres aumentan las pérdidas de carga y el costo de la instalación.

Para obtener una mayor eficacia en la instalación de tuberías se deben consultar los catálogos e instructivos proporcionados por los fabricantes, para eliminar alguna falla durante la operación del sistema, que se pueda causar por la instalación inadecuada.

2.11. Silletas.

Generalmente cuando se emplea tubería de acero, esta es apoyada sobre silletas. Para establecer el espacio máximo entre silletas, la tubería se supone como una viga continua y un cantiléver formado por el extremo de la tubería que se conecta con una junta de dilatación.

Para calcular la distancia de separación de las silletas el tramo de la tubería se considera como una viga simplemente apoyada en los extremos y se calcula con las siguientes fórmulas:

El momento flexionante vale $M = \frac{wL^2}{8} = \frac{wLL}{8} = \frac{wL}{8}$, siendo $W = wL$

Por otro lado $M = f_s \cdot S = \frac{WL}{8}$

Por lo tanto $L = \frac{8f_s S}{W}$

Representando

L = Longitud de la tubería entre silletas, en m.

S = Modulo de la sección de la tubería en cm^3

$$S = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$$

D = Diámetro exterior

d = Diámetro interior

W = Carga total en la tubería igual a wL , en kg.

w = Carga unitaria considerada (kg/m). las cargas por valuar son:

Peso propio de la tubería en kg/m y

Peso del agua dentro de la tubería en kg/m

f_s = Esfuerzo a la tensión de la tubería (1265 ó 1140 kg/cm^2)

Sí debido a la topografía no es posible tener la máxima separación entre silletas, se deberán colocar tan cercanas como sea necesario. Las silletas pueden quedar construidas con perfiles de estructuras a base de fierro conformado por ángulos, placas y soleras, o de concreto armado.

2.12. Atraques.

Se les conoce como atraques a ciertos apoyos de concreto que se utilizan en las líneas de presión y su localización en un sistema hidráulico depende de las necesidades de los proyectos como lo pueden ser válvulas, codos y demás dispositivos. De acuerdo con César Valdez (1994), desde el punto de vista de la hidráulica, el problema se resuelve determinando la resultante de los empujes hidrostáticos y dinámicos que, actuando en las paredes de las tuberías, se transmiten al atraque.

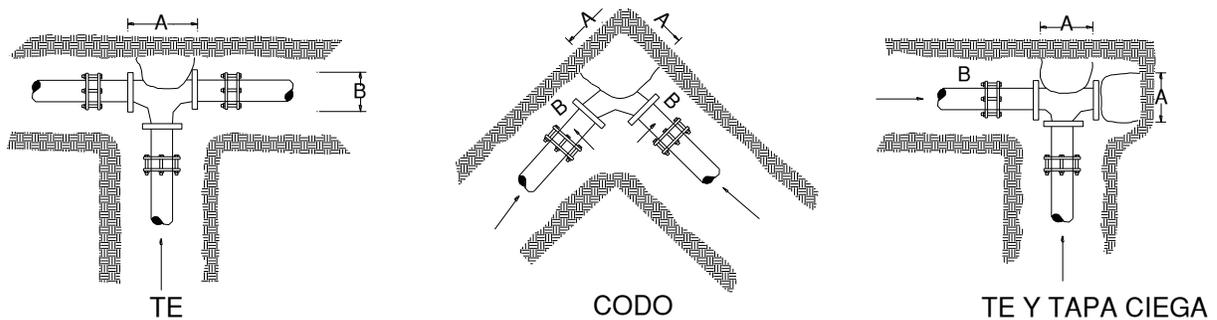


Figura 2.8. Ejemplo de dirección de los empujes y forma de colocar los atraques.

CAPÍTULO 3

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

En este capítulo se presentarán las características físicas de la zona en estudio, como lo son la topografía, el clima, la hidrografía, la orografía; así mismo, se mostrará su macro y micro localización y un informe fotográfico.

3.1. Generalidades.

El estudio que se llevará a cabo, tratará de la línea de conducción de agua potable por gravedad denominada “El capulín” que abastece la zona poniente de la ciudad de Uruapan Michoacán, y que se encuentra entre el tanque “El capulín” y el tanque “Ampliación Jaramillo”.

Para diseñar una línea de conducción de agua potable, necesariamente se debe observar la topografía de la zona y adecuarse a ella, ya sea mediante un sistema de bombeo o simplemente a gravedad, para así cumplir con el abastecimiento de la cantidad de agua requerida.

En este caso, como se mencionó en los párrafos anteriores, la línea de conducción en cuestión se sitúa en una topografía tal, que se adecua a un sistema por gravedad para abastecer la zona poniente de la ciudad. Esta obra hidráulica es de gran importancia para la localidad, ya que permite que la población de esta zona tenga agua potable para satisfacer sus principales necesidades.



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.

3.1.1. Objetivo.

El objetivo de este proyecto es realizar la revisión de la línea de conducción de agua potable por gravedad “El capulín” que abastece la zona poniente de la ciudad de Uruapan Michoacán, cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas señaladas por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

3.1.2. Alcance del proyecto.

En la actual investigación se dará a conocer el procedimiento de diseño de las líneas de conducción por gravedad y realizar una comparación con línea que ya existe, lo que permitirá establecer en qué situación se encuentran los componentes actuales de la línea de conducción de agua potable, conforme a las normas que estén en vigor para este tipo de obras civiles.

3.2. Resumen ejecutivo.

Para poder realizar este trabajo, la información requerida fue proporcionada por el organismo operador en el municipio, CAPASU, la cual consta de planos, levantamientos, perfiles, secciones, y el gasto requerido. Todo esto necesario para llevar a cabo el diseño de diámetros de la tubería y piezas especiales, entre otros; para hacer una comparación en esos aspectos.

También se visitó el lugar donde se encuentra la línea de conducción existente, para identificar el estado en que se encuentran actualmente la tubería, tanques de regularización, piezas especiales y obras accesorias.

Las modificaciones necesarias que se puedan efectuar en la línea de conducción de agua potable, estarán determinadas una vez que se lleven a cabo los cálculos para determinar el diámetro de la tubería y así mismo diseñar la colocación de las piezas especiales, atraques, tren de salida, válvulas, etc., siempre y cuando cumplan con las normas necesarias para su buen funcionamiento.

3.3. Entorno geográfico.

La zona en estudio se localiza al poniente de la ciudad de Uruapan, Michoacán. Éste proyecto refuerza la zona poniente favoreciendo a 10.491 habitantes; y a continuación se presentan las características geográficas de la localidad.

3.3.1. Macro y Micro Localización.

El municipio de Uruapan se localiza al oeste del Estado de Michoacán, en las coordenadas 19°25'24'' de latitud norte y de 102°03'44'' de longitud oeste, a una altura de 1,620 metros sobre el nivel del mar, tomando como referencia el centro de la ciudad. Limita al norte con los municipios de Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan, al sur con Gabriel Zamora, y al oeste con Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Los Reyes. Su distancia a la capital del Estado, Morelia, es de 120 km. Su superficie es de 954.17 km² y representa el 1.62 por ciento del total del Estado.

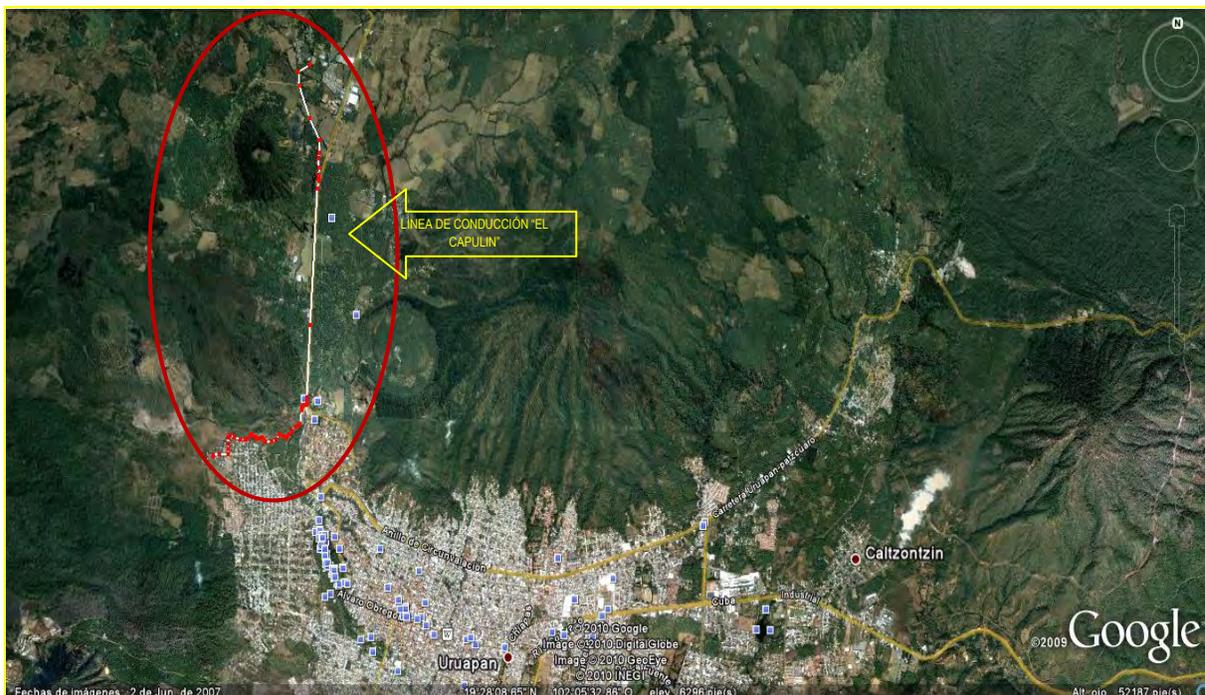


Imagen 3.3. Micro localización de la línea de conducción “El capulín”.

3.3.2. Hidrografía.

La hidrografía del municipio la constituye el río Cupatitzio, las presas Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y la cascada conocida como la Tzaráracua.

3.3.3. Orografía.

Su relieve lo conforman el sistema volcánico transversal, y en el se encuentran los cerros de Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena.

3.3.4. Clima predominante.

Su clima es templado y tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1759.3 mm y temperaturas que oscilan entre 8.0 a 37.5° C.

3.3.5. Principales ecosistemas.

En el municipio domina el bosque mixto, con pino y encino, y el bosque tropical deciduo, con parota, guaje, cascalote y cirrián. Su fauna se conforma principalmente por coyote, zorrillo, venado, zorra, cacomixtle, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca.

3.3.6. Recursos naturales de la zona.

La superficie forestal maderable es ocupada por pino encino y oyamel, en el caso de la no maderable, es ocupada por matorrales de distintas especies.

3.3.7. Uso de suelo.

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

3.3.8. Actividad económica.

En lo que se refiere a la economía, el municipio cuenta con una productividad que es el resultado de las siguientes actividades.

3.3.8.1. Agricultura.

Es una actividad predominante en el municipio, siendo sus principales cultivos: la caña de azúcar, maíz, aguacate, durazno, café, guayaba y hortalizas como jitomate, chile, calabacita.

3.3.8.2. Ganadería.

La actividad pecuaria tiene una importancia regular, además se cría ganado bovino, porcino, caprino, equino, avícola y abejas.

3.3.8.3. Industria.

La industria del municipio está representada en un 95% por micro industrias como son talleres automotrices, taller metal - metálicos, fábrica de producción de alimentos y fábrica de materiales para la construcción.

3.3.8.4. Turismo.

El potencial turístico del municipio es muy importante ya que los recursos naturales y arquitectónicos con los que cuenta asociado a la calidad de gente hacen de Uruapan un lugar de desarrollo turístico altamente atractivo.

3.3.8.5. Comercio.

El municipio cuenta con aproximadamente 1,158 comercios clasificados en 80 giros de los cuales el 11.6% son de abarrotes, el 8% farmacias, el 6.6% abarrotes con venta de vinos, el 5.7% tiendas de ropa, el 5.1% refaccionarais y accesorios para autos y aviones, el 4.8% son papelería e imprentas, el 4.5% de zapaterías y el 4.3 por ciento de ferreterías.

3.4. Informe fotográfico.

Con el informe fotográfico se puede valorar la situación actual de la línea de conducción de agua potable y la zona de estudio, el tipo de vegetación, topografía y los daños que posiblemente existan, para poder proponer alternativas de solución factibles.

3.4.1. Estado físico actual.

El estado físico actual en que se encuentra la línea de conducción de agua potable “El capulín”, se muestra en las siguientes imágenes, donde se denota que la mayoría de la tubería es de PVC y está colocada dentro de la zanja, situada a lo largo del camino que va de la ranchería “El capulín” y pasando a un costado de la carretera Carapan - Playa Azul, llegando a la colonia Amp. Jaramillo situada en la ciudad de Uruapan Michoacán. También existe tubería de acero en una cantidad mínima en tramos donde existen cruces de cauces.



Imagen 3.4. Terracería a “El capulín”.



Imagen 3.5. Carretera Carapan-Playa Azul



Imagen 3.6. Puente sobre cauce.



Imagen 3.7. Tubería de acero bajo puente.



Imagen 3.8. Tubería de acero en cauce.



Imagen 3.9. Atraques en tubería de acero.



Imagen 3.10. Atraques existentes.



Imagen 3.11. Registro para VAEA.



Imagen 3.12 Tanque “El capulín”.

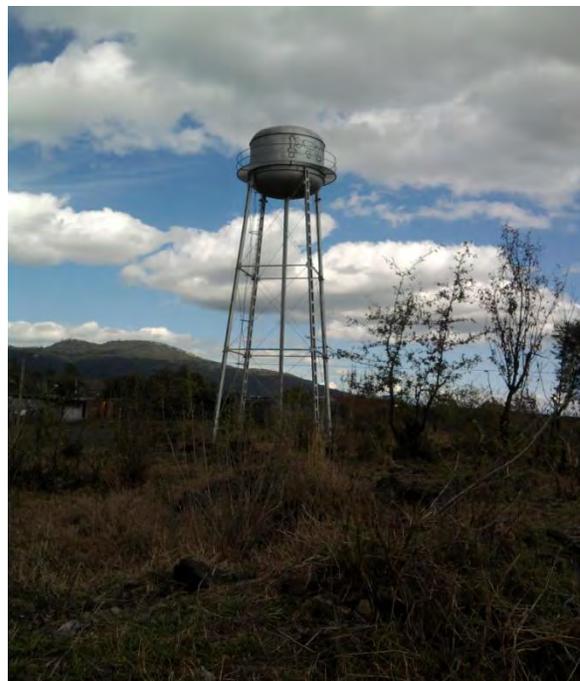


Imagen 3.13 Tanque Amp. Jaramillo.



Imagen 3.14 Unión en mal estado.



Imagen 3.15 Llegada de tubería a tanque.

3.5. Alternativas de solución.

En este estudio se presenta una revisión al análisis de diseño que corresponde a la línea de conducción de agua potable “El capulín” que abastece la zona norte de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Tomando en cuenta los datos obtenidos en campo y la situación actual de la línea de conducción en estudio, es necesario hacer un análisis del funcionamiento de la línea, ya que de él depende es el adecuado.

Se realizará un análisis del proyecto para conocer su estado actual de funcionalidad, servicio, capacidades, entre otros agentes necesarios para garantizar el adecuado funcionamiento de la línea de conducción o asimismo realizar las propuestas adecuadas, ya sea de cambios en el diámetro de tubería, cambio de materiales, piezas especiales o de obras accesorias que la componen.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se mencionará la metodología empleada para esta investigación, indicando el método empleado, el enfoque de la investigación, su diseño y alcance, y las herramientas utilizadas para la obtención de los datos, especificando el procedimiento de la investigación.

4.1. Método empleado.

Debido a que en ésta investigación se hace el uso de fórmulas y cálculos matemáticos, para obtener resultados, que permitan una revisión de manera correcta y eficiente; el método utilizado fue el matemático, que de acuerdo con Mendieta (2005), en cualquier investigación que registre números de relaciones constantes, variación en las hipótesis, diversidad de comprobaciones y que estas sean consideradas para aseverar o negar algo, se está aplicando el método cuantitativo.

“El método en las matemáticas es el genético que indica el origen del objeto, el número entero es originado por la adición indefinida de la unidad a sí misma” (Mendieta, 2005; 49)

4.2. Enfoque de la investigación.

Al manipular la información con valores numéricos que implican fórmulas, se puede mencionar que la investigación expuesta es del tipo cuantitativa, debido a que “La investigación cuantitativa nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, nos otorga control sobre los fenómenos y un punto de vista de



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.

conteo y magnitudes de éstos. Asimismo, nos brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares”. (Hernández Sampieri, 2005:18)

El enfoque de esta investigación se considera del tipo cuantitativa, porque para llevarla a cabo se comparó una línea de conducción de agua potable existente, determinando primeramente las condiciones en las que se encuentra, y posterior a los cálculos realizados y a los resultados obtenidos, decretar si tiene un funcionamiento eficiente mediante este tipo de investigación y, asimismo proveer alternativas de solución.

4.2.1. Alcance de la investigación.

El alcance que se presenta en éste trabajo de investigación se considera descriptivo. “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta un análisis”. (Hernández Sampieri, 2005; 117)

Conforme con Hernández Sampieri (2005), también se puede definir el estudio descriptivo desde un punto de vista científico, que el describir es recolectar datos, es decir se selecciona una serie de cuestiones y se mide en caso de investigadores cuantitativos o se recolecta información en caso de investigadores cualitativos, para así describir lo que se investiga.

Por ello, esta tesis se considera descriptiva, ya que se requieren datos medibles para realizar un análisis, una interpretación y posteriormente una

comparación con un sistema ya existente, y asimismo proporcionar soluciones al problema.

4.3. Diseño de la investigación.

En conformidad con Hernández Sampieri (2005) esta investigación es clasificada como del tipo no experimental, por su dimensión temporal o de igual manera por el número de momentos o distintos puntos en el tiempo, los cuales ayudan a recolectar información para la investigación. En este caso el diseño apropiado para la investigación es el transversal o transeccional.

“Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (Hernández Sampieri;2005,271)

De la misma manera el diseño transversal se divide en transversal exploratorio, descriptivo y correlacional.

4.4. Instrumentos de recopilación de datos.

De acuerdo con Hernández Sampieri (2005), la observación cuantitativa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta manifiestos. Además se puede utilizar como un instrumento de medición para diferentes circunstancias y es el método más utilizado por quienes están orientados conductualmente.

“En los estudios cuantitativos es frecuente que se incluyan varios tipos de cuestionarios al mismo tiempo que pruebas estandarizadas y recopilación de contenidos para análisis estadístico”. (Hernández Sampieri; 2005,476)

Llevar a cabo la recolección de datos implica los siguientes pasos:

- a) Seleccionar uno o varios métodos disponibles o desarrollarlos, ya sean cuantitativos o cualitativos, dependiendo del enfoque del estudio, del planteamiento del problema y los alcances de la investigación.
- b) Utilizar los instrumentos necesarios.
- c) Preparar las mediciones obtenidas o datos derivados para realizar un análisis.

Hernández Sampieri (2005) menciona, que en el enfoque cuantitativo, la recolección de datos es semejante a medir, siendo este el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y cuantificación, y es necesario que en toda investigación cuantitativa se midan las variables presentadas en la hipótesis.

La confiabilidad cuantitativa se determina calculando un coeficiente de confiabilidad y este varía entre 0 y 1 siendo el 0 igual a nula y el 1 igual a total confiabilidad.

En la presente investigación y mediante la observación de la línea de conducción de agua potable, fue necesario el uso de instrumentos, como lo son los programas computacionales siguientes: el autocad para poder obtener las medidas del proyecto y realizar los planos adecuados; asimismo, se utilizó el excel para

procesar los datos y realizar los cálculos necesarios para analizar la línea de conducción, de igual manera, el presente trabajo se basa en investigación documental y de campo.

4.5. Descripción del procedimiento de investigación.

Para llevar a cabo la documentación de esta investigación fue necesario primeramente, tener la ubicación y localización del lugar en estudio, posteriormente se realizaron visitas para observar el lugar, tomar fotografías e identificar las condiciones en que se encuentra la línea de conducción y la forma en que operan sus componentes, ya sean piezas especiales, tanques de regularización etc..., ya que es de suma importancia determinar si está trabajando en condiciones aptas para dar un buen servicio.

Los datos que se inspeccionaron en la visita a la línea de conducción fueron los siguientes:

- El estado actual de la tubería y piezas especiales de la línea de conducción.
- El tipo de material de la tubería utilizada para la línea de conducción.
- La protección de la línea de conducción.
- La instalación adecuada de las salidas de los tanques y de las piezas especiales.
- El estado del terreno natural existente en la zona de estudio.

Toda la información obtenida en campo fue documentada y compilada, y de igual manera los datos científicos recabados fueron de gran importancia para llevar a cabo la investigación. La bibliografía utilizada para desarrollar la investigación fueron

manuales de CNA , apuntes de hidráulica, libros e internet. Tomando en cuenta esto, la información recopilada se documentó y asimismo se sustrajo la información necesaria para establecer los resultados y conclusiones de este trabajo, defendiendo los objetivos y propósitos del mismo.

4.6. Análisis e interpretación de resultados.

En este apartado se presentan los resultados de los cálculos realizados para diseñar la línea de conducción de agua potable por gravedad, iniciando con los datos básicos del proyecto, continuando con el cálculo del diámetro de la tubería y las pérdidas de carga.

4.6.1. Población de proyecto.

La población de proyecto a la cual beneficia la línea de conducción fue facilitada por el organismo operador del servicio de agua potable en la ciudad, CAPASU, siendo una población de 10 491 habitantes.

4.6.2. Cálculo de la dotación.

Para esta zona se considerará una dotación de 250 l/hab/día.

4.6.3. Gasto medio diario.

$$Q_{MED} = \frac{250 \times 10491}{86400} = 30.35 \text{ l/s}$$

4.6.4. Gasto máximo diario.

$$Q_{Md} = 1.4 * 30.35 = 42.49 \text{ l/s}$$

4.6.5. Gasto máximo horario.

$$Q_{Mh} = 1.55 * 30.35 = 47.04 \text{ l/s}$$

4.6.6. Cálculo de la línea de conducción.

Para el cálculo de la línea de conducción los datos que se utilizaron son los siguientes:

$$Q_{Md} = 42.49 \text{ l/s}$$

$$\text{Longitud} = 5812 \text{ m}$$

$$\text{Desnivel} = 78.3 \text{ m}$$

4.6.7. Cálculo del diámetro de la tubería.

Para el cálculo del diámetro se aplica la fórmula de Dupuit siguiente $\phi = 1.5\sqrt{Q}$ ya que el gasto es mayor a 10 l/s.

$$\phi = 1.5\sqrt{42.49}$$

$$\phi = 9.78 \text{ " ; } \phi = 8 \text{ "}$$

Por lo tanto, se propone tubería de PVC de un diámetro de 8" con un RD-32.5 exceptuando los tramos donde la tubería no pueda instalarse en zanjas, ya que en esos casos se utilizará tubería de acero de 8".

4.6.8. Cálculo de la velocidad en la tubería.

Se obtiene primeramente el área del tubo propuesto.

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.2032)^2}{4} = 0.0324\text{m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{(42.49/1000)}{0.0324} = 1.31 \text{ m/s}$$

La velocidad obtenida se encuentra dentro del rango $0.5 < V < 1.5$, por lo tanto se acepta.

4.6.9. Cálculo de las pérdidas por fricción.

Se tiene una viscosidad del material de $\gamma = 1.145 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$

Se calculara primeramente el Número de Reynolds:

$$R_e = \frac{VD}{\gamma} = \frac{(1.31)(0.2032)}{1.145 \times 10^{-6}} = 232482.096$$

Debido a que $Re > 2000$ resulta un régimen turbulento.

Posteriormente se calculan las pérdidas por fricción:

$$f = \frac{0.3164}{R^{0.25}} = \frac{0.3164}{(232482.096)^{0.25}} = 0.0144$$

Con los datos obtenidos anteriormente se obtienen las pérdidas por fricción utilizando la fórmula de Darcy:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} = 0.0144 \left[\frac{5812}{0.2032} \right] \left[\frac{(1.31)^2}{2(9.81)} \right] = 36.025 \text{ m}$$

Se tiene una pérdida de carga por fricción equivalente a 36.025 m, la cual se considera aceptable para la línea de conducción.

Comparando las dimensiones del diámetro de la línea de conducción de agua potable existente con los resultados obtenidos en la investigación, el diámetro que arrojan los cálculos es de 8", el cual coincide con el diámetro de la tubería existente. De igual manera el RD que se tiene en los resultados coincide con el existente, siendo éste un RD-32.5 que resiste una presión de 11.2 kg/cm² y el cual es adecuado para la línea de conducción.

Se recomienda construir atraques dentro de la zanja donde haya cambios de dirección, como lo son codos e incluso válvulas, además de construirse donde se instalen tramos de tubería de acero, y se construirán en cada unión de tubo de acero, para que no existan fisuras o fallas ante la presión del agua.

Para no construir atraques para los cambios de dirección dentro de la zanja, lo más recomendable es evitar quiebres de la tubería e ir disminuyéndolos a lo largo de la misma. No obstante, en la línea existente se muestran quiebres en la tubería y por ello se recomiendan los atraques antes mencionados.

La línea existente cuenta con atraques en donde se instalaron tuberías de acero, los cuales se encuentran en condiciones buenas y evitan que la tubería falle a causa de la presión del flujo.

Se propone colocar válvulas de desfogue a lo largo de la línea de conducción, para dar mantenimiento, lavar la tubería o descargar el agua de la tubería para realizar alguna reparación posteriormente.

En base a la tabla de diseño 2.3 de CNA y a los resultados obtenidos en los cálculos, las válvulas eliminadoras de aire correspondientes a la línea de conducción son de 1" de diámetro, no obstante, se optará por colocar válvulas de 2" de diámetro para un mejor funcionamiento; estas se colocaran en los puntos altos del perfil topográfico de la línea de conducción, o en tramos con pendientes mínimas a cada 700 m máximo, y deben protegerse con atraques y con registros adecuados para su funcionamiento.

La línea de conducción existente cuenta con la instalación de válvulas eliminadoras de aire adecuadas en base a la tabla de diseño de CNA, y asimismo en los puntos topográficos apropiados para que tengan un buen desempeño.

CONCLUSIONES

El objetivo general de la presente investigación, es revisar la línea de conducción de agua potable “El capulín” entre el tanque “El capulín” y el tanque “Ampliación Jaramillo” para el abastecimiento de la zona poniente de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Cumplíéndose éste objetivo de manera satisfactoria, ya que mediante el proceso de investigación documental se recabó información que permitió, primeramente conocer los componentes de una línea de conducción de agua potable, así como los métodos para realizar los cálculos necesarios para diseñar una línea de conducción.

De igual manera, para llevar a cabo la revisión de la línea de conducción de agua potable, fue necesaria una investigación de campo para determinar hacer una evaluación del estado en que se encuentra la línea, sus piezas especiales, atraques, obras accesorias y cruceros.

Ya con los resultados obtenidos, se compararon las dimensiones y características de la línea de conducción existente con la calculada en esta investigación, de tal forma que al llevar a cabo la revisión de la línea existente se llega a la conclusión de que el diseño de la línea de conducción de agua potable “El capulín” es adecuado para dar un servicio eficiente a la comunidad.

¿El diámetro de la tubería para la línea de conducción es el adecuado para tener un buen funcionamiento? De acuerdo con los cálculos realizados y los



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

resultados obtenidos, el diámetro de la tubería actual es adecuado, ya que los cálculos arrojaron como resultado una tubería de 8", la cual es suficiente para conducir el gasto requerido.

¿La línea de conducción cuenta con las piezas especiales necesarias para un buen funcionamiento? Conforme a la investigación de campo y a las observaciones realizadas, la línea de conducción cuenta en su mayoría con las piezas necesarias y adecuadas para su buen funcionamiento, a excepción de una brida que une un tramo de tubería de PVC con un tramo de acero, la cual se encuentra visible en la superficie y se expone que esa obra accesoria se deteriore o sufra fechorías.

De acuerdo con otras piezas especiales y obras accesorias como lo son, las válvulas eliminadoras de aire, válvulas de compuerta, registros y atraques, se encuentran en un estado apropiado para tener un buen funcionamiento de la línea de conducción y que se encuentre bien protegida.

¿Qué tipo de tubería es el adecuado para la línea de conducción, en términos técnicos y funcionales? La tubería adecuada para la línea de conducción es de PVC de RD-32.5 instalada en zanjas y también se recomienda utilizar tubería de acero donde las condiciones naturales no permitan la excavación de zanjas, como lo es en los cruces de cauces.

Se seleccionó el material de PVC (Poli Cloruro de Vinilo), ya que su instalación es sencilla, no ocupa de componentes adicionales para la unión de la tubería, ya que cada tubo cuenta con una espiga-campana y las piezas especiales que se necesitan en una línea de conducción son adaptables al PVC e incluso algunas son de éste

mismo material. También su resistencia a la presión es la adecuada para la presión que lleva la línea de conducción de agua potable.

La tubería de acero se eligió, ya que existen tramos o zonas donde no es posible la instalación de tubería de PVC, debido a la dificultad de excavar zanjas o simplemente se deben de cruzar vados. Ya que el acero no necesita zanjas para su instalación y el estar a la intemperie no lo deteriora rápidamente, fue la mejor solución para estos casos; además de que resiste fácilmente las presiones que lleva el flujo en la línea de conducción.

Dentro de los hallazgos teóricos encontrados en esta investigación, se tiene que los pozos se catalogan en dos tipos, en pozos poco profundos o someros y pozos profundos. Los pozos someros excavados únicamente permiten el aprovechamiento del agua freática o también conocida como subálvea, mientras que los pozos poco profundos se pueden construir por perforación o entubado.

Por otra parte un acuífero se define como un estrato del subsuelo que tiene agua dulce en volúmenes tales, que se puede tener un aprovechamiento hidráulico mediante su extracción y una tubería se define como el conjunto formado por el tubo y su sistema de unión.

Un tipo de válvula utilizada en una línea de conducción es la válvula de retención generalmente denominada válvula Check, la cual tiene por objeto, retener la masa de agua que se encuentra en la tubería, al suspender la operación de la bomba y con la finalidad de evitar esfuerzos mayores en las bombas debido al golpe de ariete.

BIBLIOGRAFÍA

Caballero García Carlos Alberto, (2001)

Sistema de agua potable para la colonia la santa cruz

Tesis, Licenciatura, Ingeniería Civil, Universidad Don Vasco, Uruapan.

César Valdez, Enrique, (1994)

Abastecimiento de agua potable. Vol.1

Facultad de Ingeniería. UNAM. México.

Comisión Nacional del Agua, (1994)

Datos básicos

Gerencia de ingeniería básica y normas técnicas. CNA. México.

D.I.S./S.S.A.

Manual de Saneamiento vivienda, agua y desechos.

Editorial Limusa. México.

Hernández Sampieri Roberto y Cols. (2005).

Metodología de la Investigación.

Editorial Mc. Graw Hill. México.

Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005).

Métodos de Investigación y Manual Académico.

Editorial Porrúa, México.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la Investigación Científica.

Editorial Limusa. México.

Zacarías Gómez Felipe, (2002)

Abastecimiento de agua potable y red de distribución para las colonias y fraccionamiento de san Rafael en la zona oriente de Uruapan, Mich.

Tesis, Licenciatura, Ingeniería Civil, Universidad Don Vasco, Uruapan.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

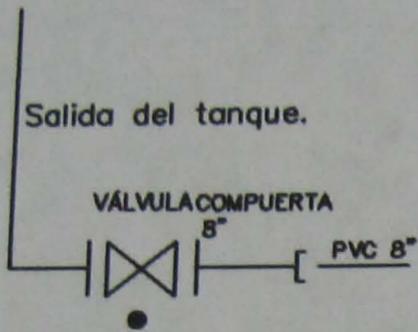
<http://www.e-mexico.gob.mx>

<http://www.csva.gob.mx>

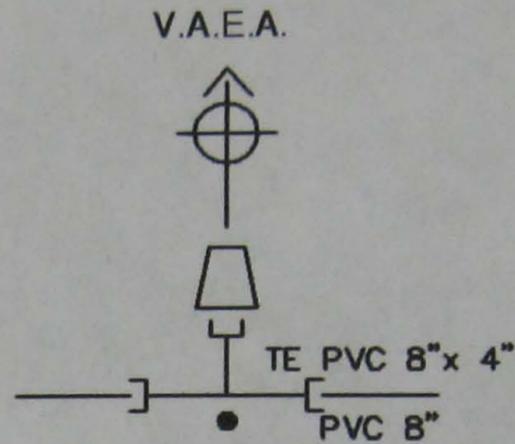
<http://www.earth.google.es> (2009)

1

SALIDA DE TANQUE

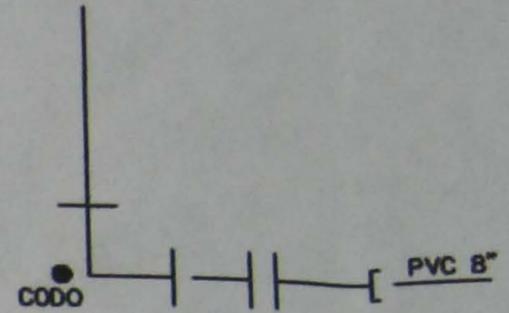


3 4 5 7 8 9 10 11
12 13 14 16 18



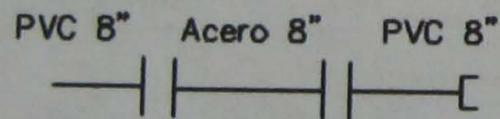
21

LLEGADA A TANQUE



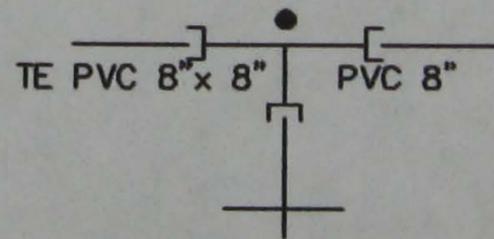
2 6

UNIÓN PVC-ACERO
CRUCE CON ARROYO



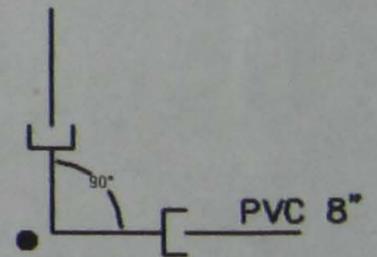
15 17

VÁLVULAS DE DESFOGUE



19 20

CODOS EMPLEADOS





Universidad Nacional
Autónoma de México



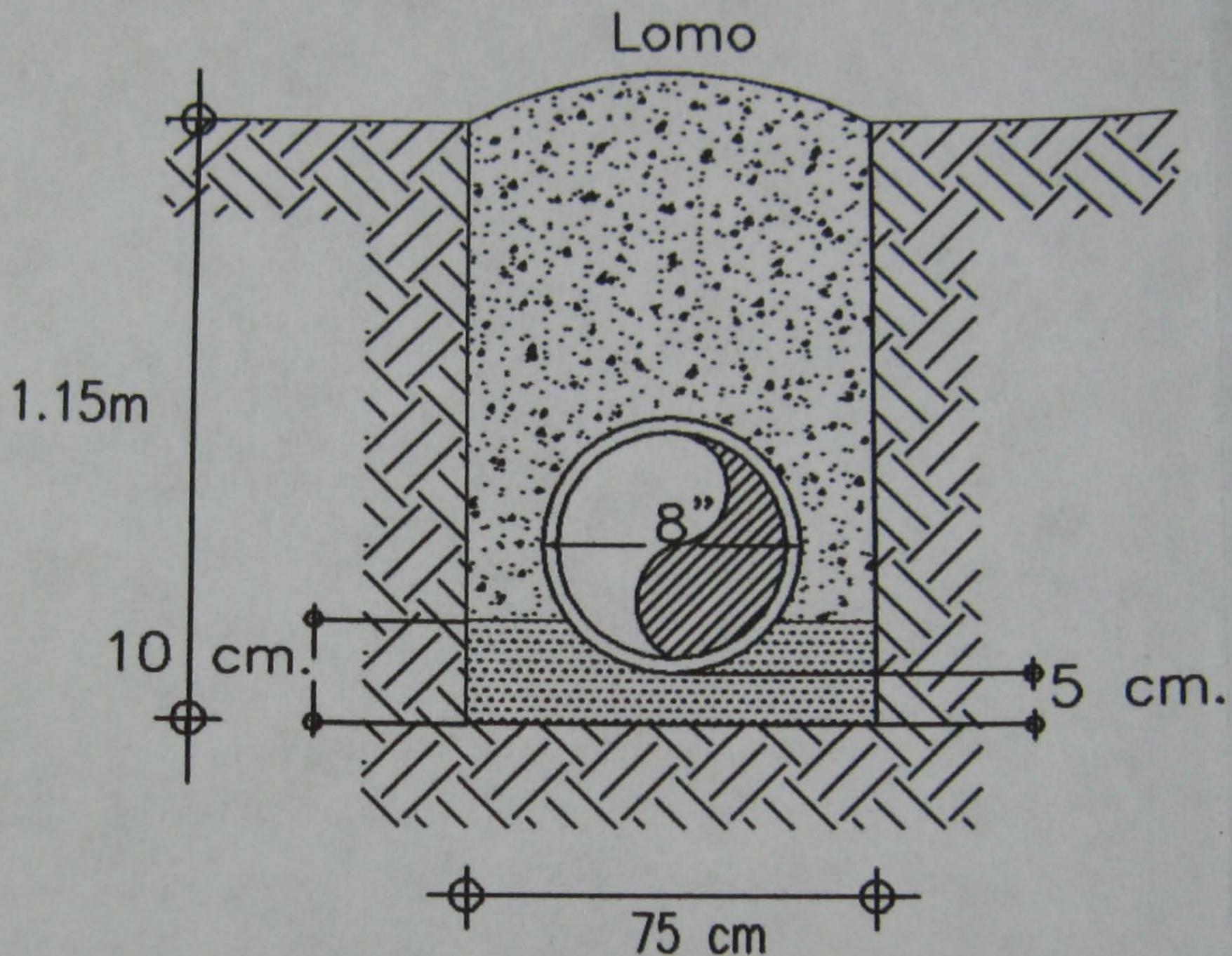
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

ZANJAS



NOTA:

- A).-La cama deberá ser de un material que garantice las siguientes condiciones:
- 1.-Facilidad en el acomodo de la tubería.
 - 2.-Formar un encamado tal, que la carga del tubo en el terreno sea uniforme.
- B).-El material de relleno, se procurará sea el mismo de la excavación seleccionado y libre de piedras, si esto no es posible por el tipo de suelo se hará con material de banco.

PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRA

DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

CANTIDAD

UNIDAD

Trazo de terreno natural para línea de conducción de agua potable.

5812.00

ml.

Excavación para zanjas a cielo abierto en material tipo C.

4052.30

m3.

Relleno de zanjas compactado con material producto de la excavación en capas de 15 cm.

3583.39

m3.

Colocación de plantilla con material de banco.

283.66

m3.

Instalación de tubería de PVC RD-32.5 de 8" de diámetro.

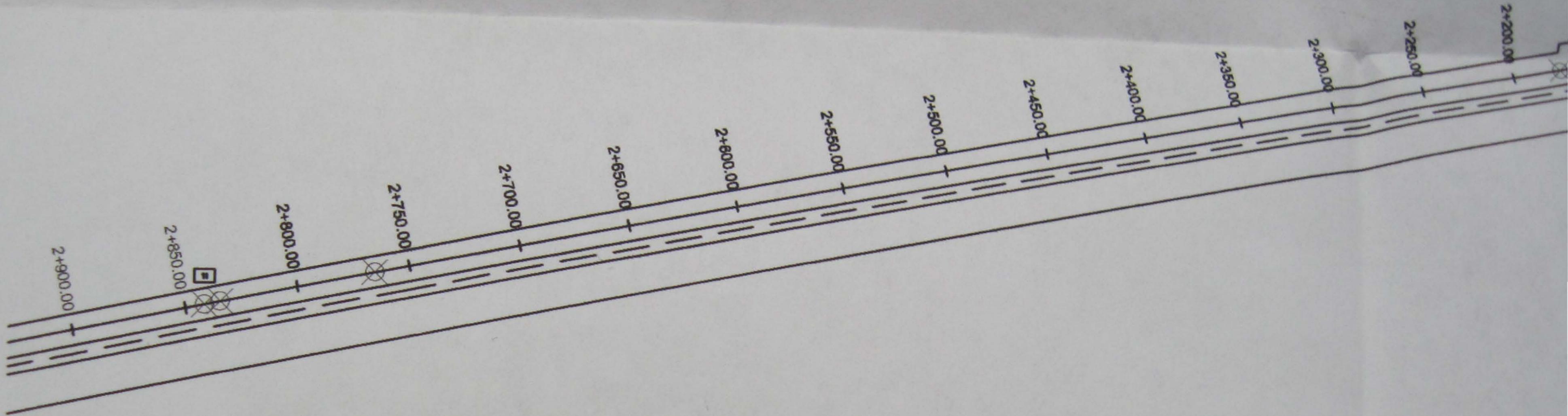
5789.00

ml

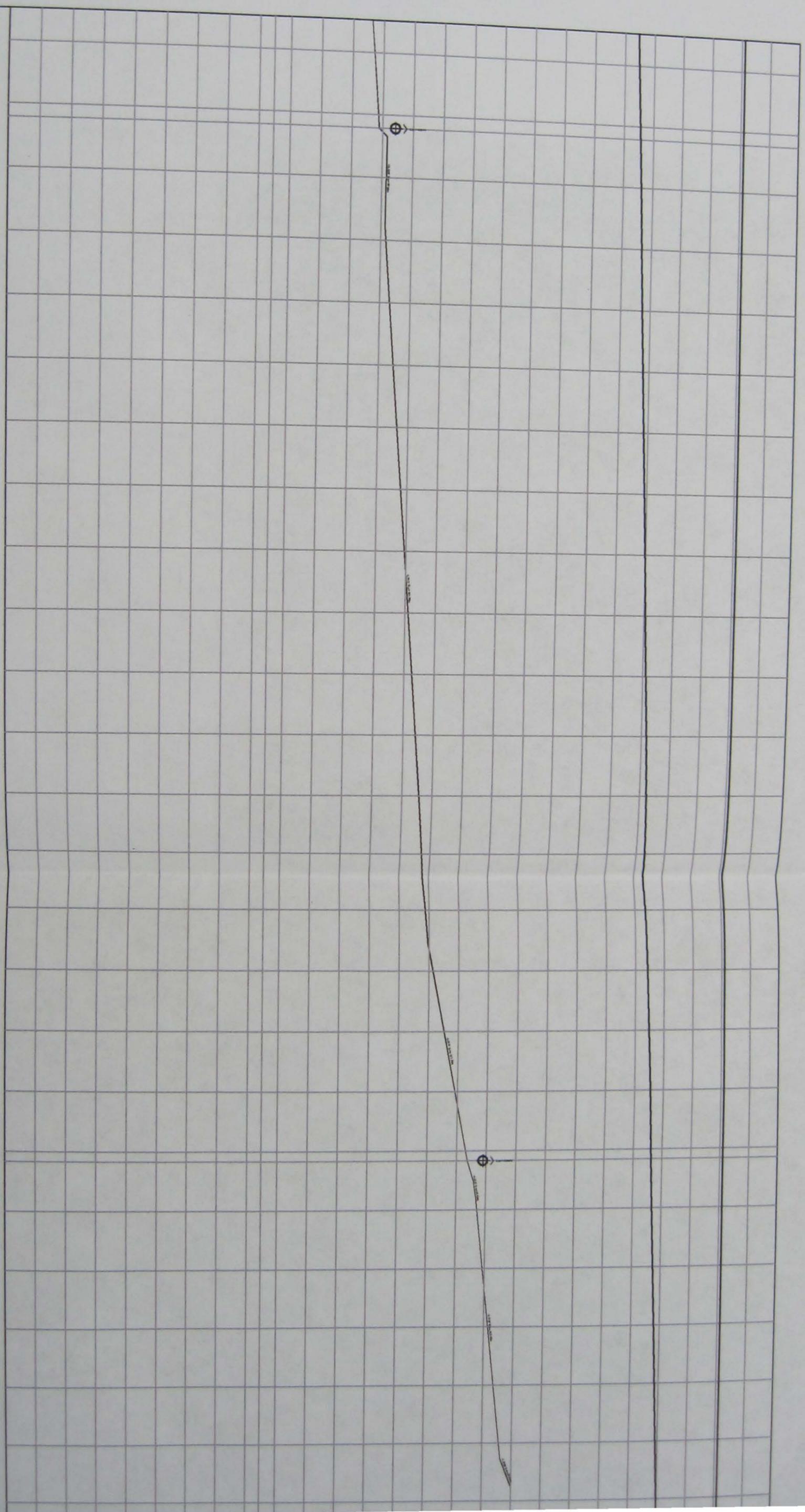
Instalación de tubería de acero negro liso cédula 40 sin costura de 8" de diámetro.

23.00

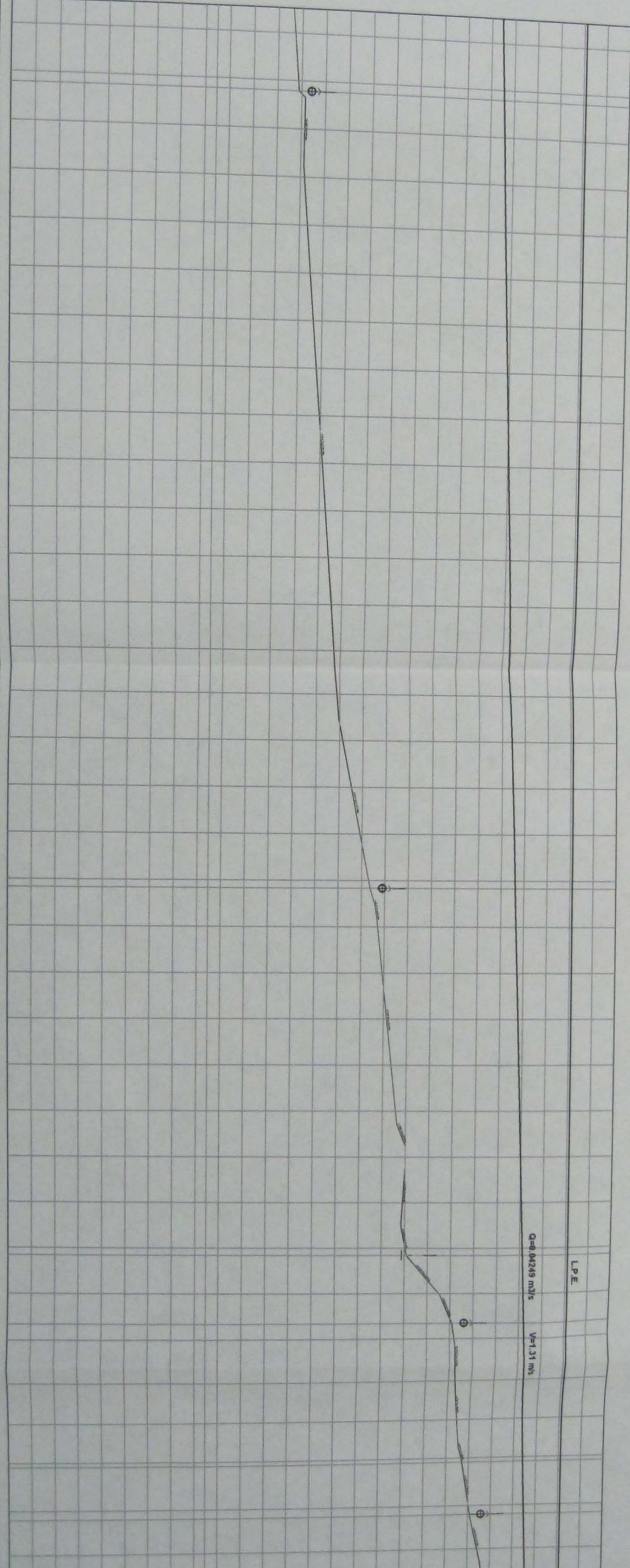
ml



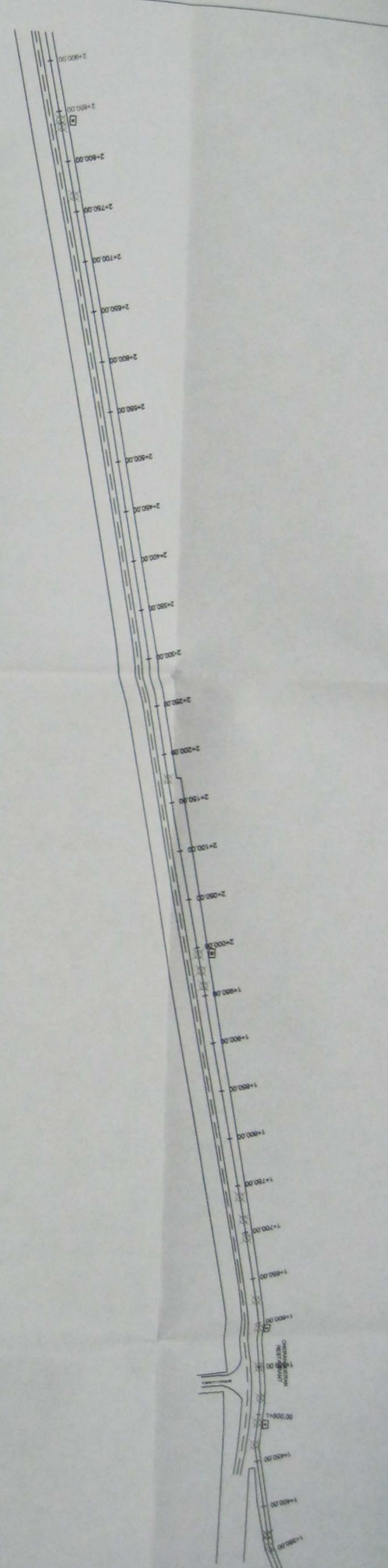
2+900.000	438.499	491.291	52.792
2+850.000	439.280	491.517	52.237
2+838.500	439.440	491.580	52.120
2+800.000	440.723	491.744	51.020
2+750.000	440.861	491.970	51.109
2+700.000	441.635	492.196	50.561
2+650.000	442.409	492.422	50.014
2+600.000	443.183	492.649	49.466
2+550.000	443.956	492.875	48.919
2+500.000	444.730	493.101	48.371
2+450.000	445.504	493.328	47.824
2+400.000	446.278	493.554	47.276
2+350.000	447.052	493.780	46.729
2+300.000	447.826	494.007	46.181
2+250.000	448.600	494.233	45.633
2+200.000	449.373	494.459	45.086
2+150.000	450.147	494.686	44.539
2+100.000	452.620	494.912	42.991
2+050.000	454.566	495.138	40.572
2+000.000	456.512	495.365	38.852
1+991.500	456.843	495.403	38.580
1+950.000	458.604	495.561	36.987
1+900.000	459.662	495.617	36.156
1+850.000	460.721	496.043	35.323
1+800.000	461.779	496.270	34.491
1+750.000	462.837	496.496	33.659
1+700.000	465.018	496.722	31.705



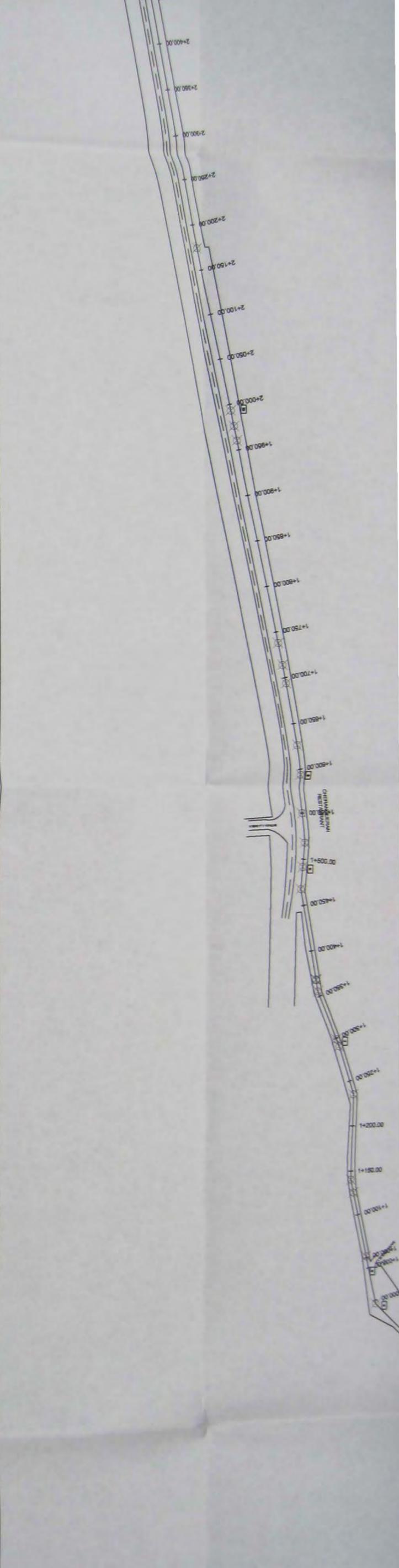
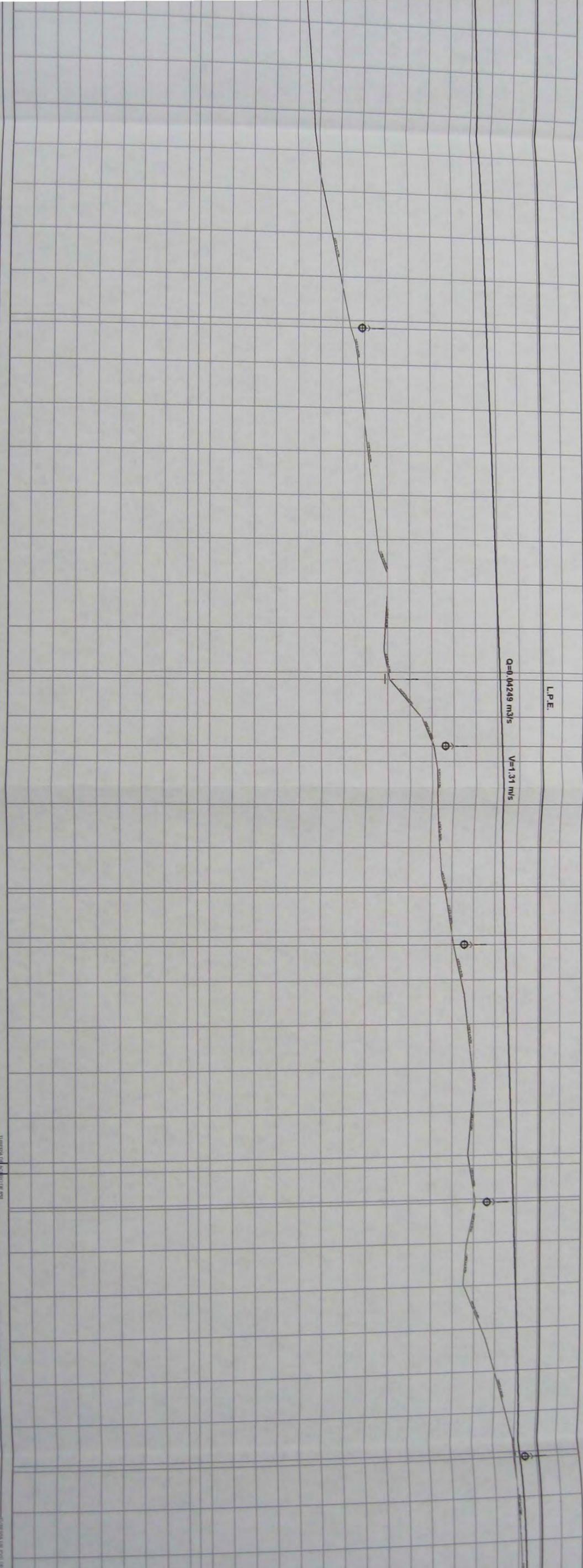
2+800.000	436.489	491.291	52.792
2+850.000	436.280	491.517	52.237
2+839.500	436.440	491.560	52.120
2+800.000	440.723	491.744	51.020
2+750.000	440.861	491.970	51.108
2+700.000	441.835	492.196	50.551
2+650.000	442.409	492.422	50.014
2+600.000	443.183	492.648	49.486
2+550.000	443.956	492.875	48.918
2+500.000	444.730	493.101	48.371
2+450.000	445.504	493.328	47.824
2+400.000	446.278	493.554	47.276
2+350.000	447.052	493.780	46.729
2+300.000	447.826	494.007	46.181
2+250.000	448.600	494.233	45.633
2+200.000	449.373	494.459	45.086
2+150.000	450.147	494.686	44.511
2+100.000	450.920	494.912	43.929
2+050.000	451.694	495.138	43.342
2+000.000	452.468	495.365	42.752
1+991.500	452.843	495.403	42.580
1+950.000	453.617	495.591	41.987
1+900.000	454.391	495.779	41.391
1+850.000	455.165	495.967	40.792
1+800.000	455.939	496.155	40.190
1+750.000	456.713	496.343	39.585
1+700.000	457.487	496.531	38.977
1+650.000	458.261	496.719	38.366
1+600.000	459.035	496.907	37.752
1+550.000	459.809	497.095	37.135
1+500.000	460.583	497.283	36.515
1+450.000	461.357	497.471	35.892
1+400.000	462.131	497.659	35.266
1+350.000	462.905	497.847	34.637
1+300.000	463.679	498.035	34.005
1+250.000	464.453	498.223	33.370
1+200.000	465.227	498.411	32.732
1+150.000	466.001	498.599	32.091
1+100.000	466.775	498.787	31.447
1+050.000	467.549	498.975	30.800
1+000.000	468.323	499.163	30.150
1+950.000	469.097	499.351	29.497
1+900.000	469.871	499.539	28.841
1+850.000	470.645	499.727	28.182
1+800.000	471.419	499.915	27.520
1+750.000	472.193	500.103	26.855
1+700.000	472.967	500.291	26.187
1+650.000	473.741	500.479	25.516
1+600.000	474.515	500.667	24.842
1+550.000	475.289	500.855	24.165
1+500.000	476.063	501.043	23.485
1+450.000	476.837	501.231	22.802
1+400.000	477.611	501.419	22.116
1+350.000	478.385	501.607	21.427
1+300.000	479.159	501.795	20.735
1+250.000	479.933	501.983	20.040
1+200.000	480.707	502.171	19.342
1+150.000	481.481	502.359	18.641
1+100.000	482.255	502.547	17.937
1+050.000	483.029	502.735	17.230
1+000.000	483.803	502.923	16.520
1+950.000	484.577	503.111	15.807
1+900.000	485.351	503.299	15.092
1+850.000	486.125	503.487	14.374
1+800.000	486.899	503.675	13.653
1+750.000	487.673	503.863	12.929
1+700.000	488.447	504.051	12.202
1+650.000	489.221	504.239	11.472
1+600.000	490.000	504.427	10.739
1+550.000	490.774	504.615	10.003
1+500.000	491.548	504.803	9.264
1+450.000	492.322	504.991	8.522
1+400.000	493.096	505.179	7.777
1+350.000	493.870	505.367	7.029
1+300.000	494.644	505.555	6.278
1+250.000	495.418	505.743	5.524
1+200.000	496.192	505.931	4.767
1+150.000	496.966	506.119	4.007
1+100.000	497.740	506.307	3.244
1+050.000	498.514	506.495	2.478
1+000.000	499.288	506.683	1.709
1+950.000	500.062	506.871	0.937
1+900.000	500.836	507.059	0.162
1+850.000	501.610	507.247	-0.615
1+800.000	502.384	507.435	-1.388
1+750.000	503.158	507.623	-2.157
1+700.000	503.932	507.811	-2.922
1+650.000	504.706	508.000	-3.683
1+600.000	505.480	508.188	-4.440
1+550.000	506.254	508.376	-5.193
1+500.000	507.028	508.564	-5.942
1+450.000	507.802	508.752	-6.687
1+400.000	508.576	508.940	-7.428
1+350.000	509.350	509.128	-8.165
1+300.000	510.124	509.316	-8.898
1+250.000	510.898	509.504	-9.627
1+200.000	511.672	509.692	-10.352
1+150.000	512.446	509.880	-11.073
1+100.000	513.220	510.068	-11.790
1+050.000	513.994	510.256	-12.503
1+000.000	514.768	510.444	-13.212



Q=8.04249 m³/s
V=1.31 m/s
L.P.E.



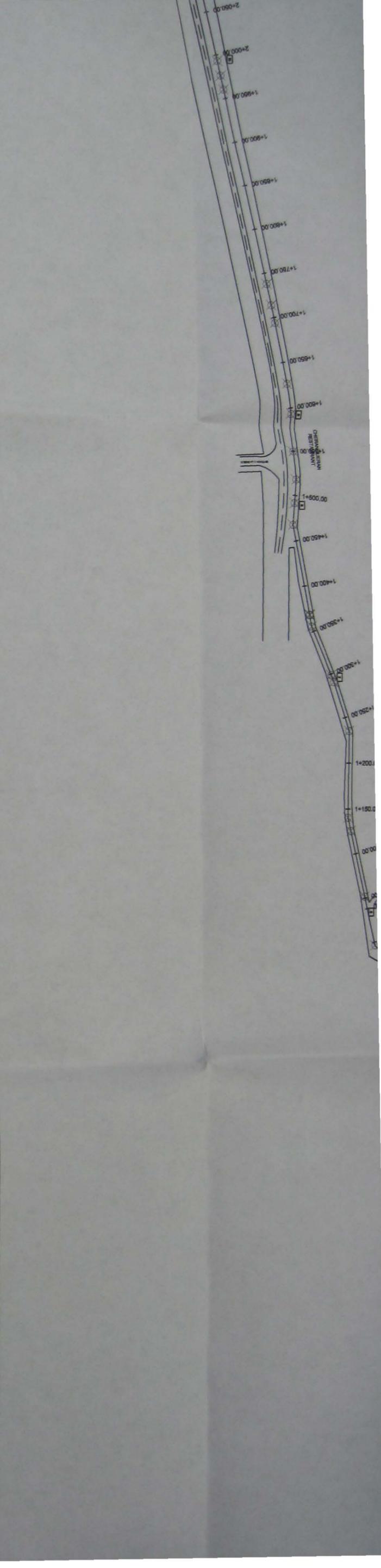
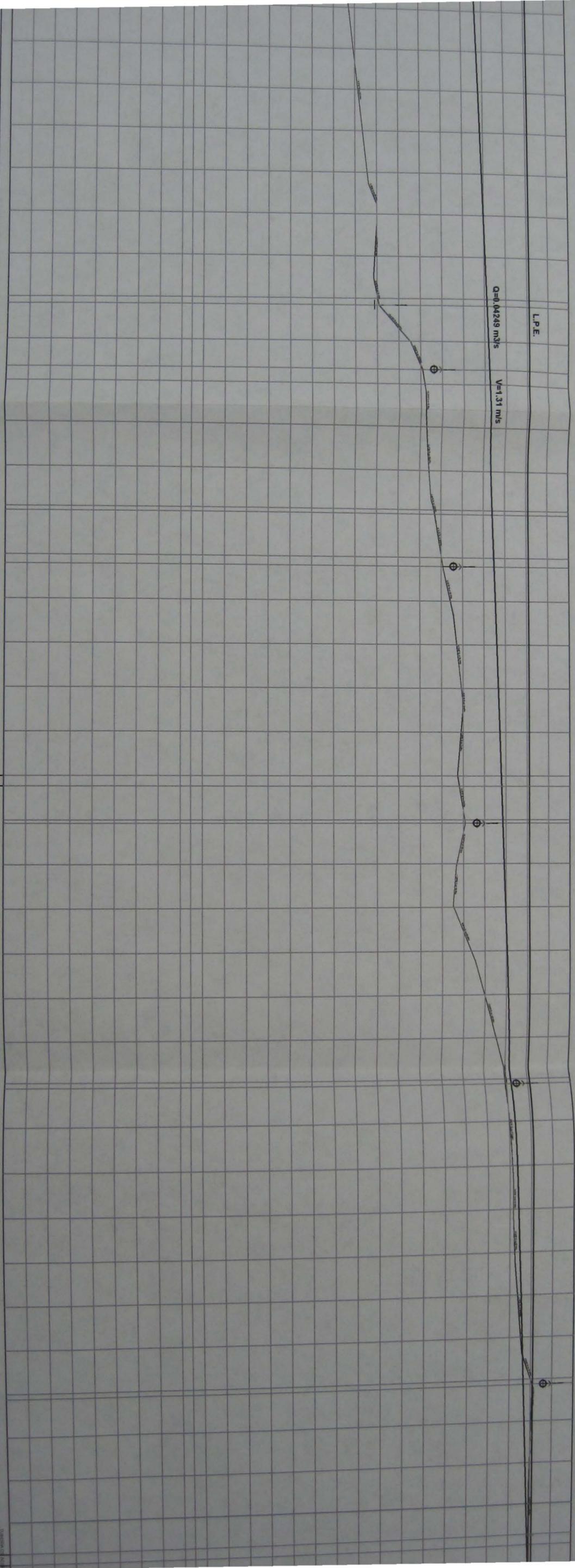
2+950.000	447.052	493.780	48.726
2+900.000	447.826	494.007	48.181
2+850.000	448.800	494.233	47.633
2+800.000	449.373	494.459	47.086
2+750.000	450.575	494.686	46.511
2+700.000	452.520	494.912	45.921
2+650.000	454.568	495.138	45.372
2+600.000	456.512	495.365	44.852
2+550.000	458.443	495.403	44.380
2+500.000	458.604	495.591	43.987
2+450.000	458.862	495.817	43.155
2+400.000	480.721	496.043	35.323
2+350.000	481.779	496.270	34.491
2+300.000	482.837	496.496	33.659
2+250.000	485.018	496.722	31.705
2+200.000	484.535	496.949	32.414
2+150.000	485.185	497.175	32.010
2+100.000	485.461	497.211	31.750
2+050.000	472.967	497.401	24.836
2+000.000	475.440	497.561	22.111
1+950.000	475.970	497.626	21.657
1+900.000	476.457	497.654	21.387
1+850.000	477.197	498.080	20.883
1+800.000	478.288	498.204	19.888
1+750.000	478.562	498.307	19.756
1+700.000	480.109	498.533	18.424
1+650.000	480.420	498.576	18.158
1+600.000	482.161	498.759	16.598
1+550.000	483.590	498.988	15.395
1+500.000	484.885	499.212	14.543
1+450.000	484.960	499.436	14.878
1+400.000	483.759	499.864	15.905
1+350.000	483.549	499.764	15.895
1+300.000	485.371	499.901	14.520
1+250.000	485.900	499.906	14.206
1+200.000	483.506	500.117	16.611
1+150.000	482.781	500.343	17.562
1+100.000	486.817	500.570	13.753
1+050.000	486.662	500.796	10.804
1+000.000	482.886	501.022	6.327
0+950.000	484.742	501.248	6.555
0+900.000	485.116	501.475	6.569
0+850.000	486.576	501.701	6.125



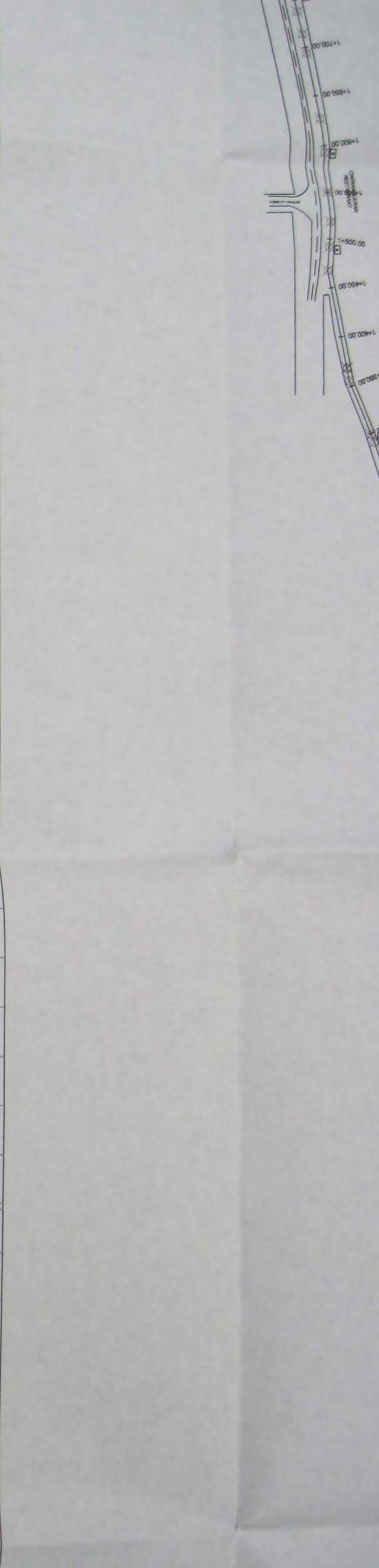
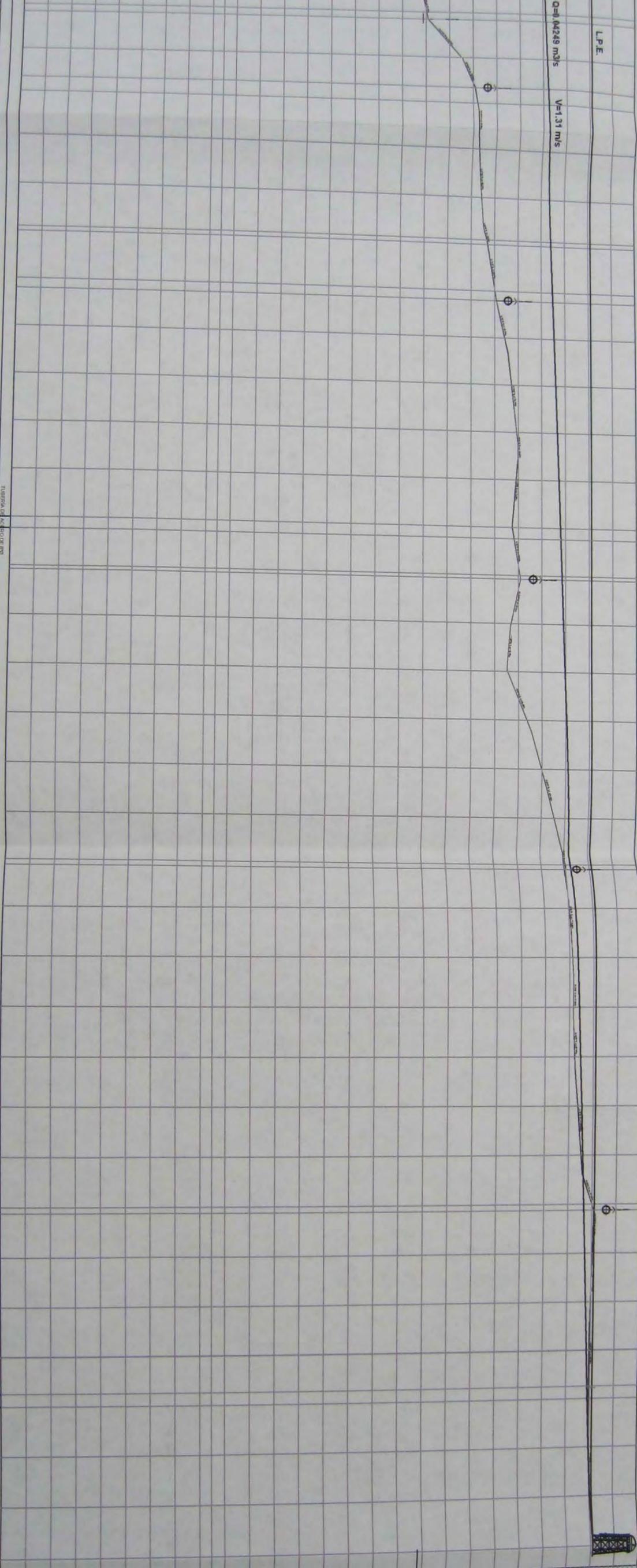
1+800.000	489.862	486.817	38.185
1+850.000	480.721	486.043	35.323
1+800.000	481.778	486.270	34.491
1+750.000	482.837	486.486	33.658
1+700.000	485.016	486.722	31.705
1+650.000	484.535	486.949	32.414
1+600.000	485.165	487.175	32.010
1+592.000	485.481	487.211	31.750
1+550.000	472.567	487.401	24.835
1+517.000	475.440	487.551	22.111
1+500.000	475.970	487.628	21.857
1+450.000	476.457	487.654	21.387
1+400.000	477.197	488.080	20.883
1+355.000	478.398	488.284	19.888
1+350.000	478.952	488.307	19.755
1+300.000	480.109	488.533	18.424
1+290.000	480.420	488.576	18.158
1+250.000	482.161	488.759	16.598
1+200.000	483.590	488.986	15.385
1+150.000	484.888	489.212	14.543
1+100.000	484.960	489.438	14.878
1+050.000	483.759	489.664	15.905
1+038.000	483.849	489.784	15.895
1+000.000	485.371	489.861	14.520
0+998.000	485.500	489.869	14.408
0+950.000	483.508	500.117	16.611
0+900.000	482.781	500.343	17.582
0+850.000	486.817	500.570	13.753
0+800.000	489.862	500.796	10.904
0+750.000	492.895	501.022	8.327
0+700.000	484.972	501.248	6.582
0+650.000	495.116	501.475	8.359
0+600.000	495.576	501.701	6.125
0+550.000	495.786	501.928	6.142
0+500.000	496.099	502.154	6.055
0+450.000	496.784	502.380	5.596
0+400.000	487.574	502.607	5.033
0+350.000	489.541	502.833	2.876
0+300.000	500.182	503.059	2.877
0+250.000	499.877	503.285	3.406
0+200.000	498.728	503.512	3.764
0+161.000	498.700	503.688	3.988
0+150.000	498.745	503.736	5.988

ELEVACION EN METROS

ELEVACION DE PUNTO DE PROYECCION



1+800.000	485.165	497.175	32.010
1+802.000	485.461	497.211	31.790
1+850.000	472.987	497.401	24.835
1+857.000	475.440	497.551	22.111
1+800.000	476.970	497.628	21.857
1+450.000	476.457	497.654	21.397
1+400.000	477.197	498.080	20.883
1+355.000	478.385	498.307	19.998
1+300.000	480.109	498.533	18.424
1+290.000	480.420	498.576	18.158
1+250.000	482.161	498.759	16.598
1+200.000	483.590	498.988	15.395
1+150.000	484.868	499.212	14.543
1+100.000	484.960	499.438	14.878
1+050.000	483.759	499.684	15.905
1+038.000	483.849	499.764	15.895
1+000.000	485.371	499.881	14.520
0+998.000	485.500	499.909	14.209
0+950.000	483.506	500.117	16.611
0+900.000	482.781	500.343	17.582
0+850.000	486.817	500.570	13.753
0+800.000	489.892	500.798	10.904
0+750.000	492.985	501.022	8.327
0+700.000	494.972	501.248	6.584
0+650.000	495.118	501.475	6.359
0+600.000	495.576	501.701	6.125
0+550.000	495.786	501.928	6.142
0+500.000	496.099	502.154	6.055
0+450.000	496.784	502.380	5.596
0+400.000	497.574	502.607	5.033
0+350.000	498.341	502.833	2.895
0+300.000	500.182	503.059	2.877
0+250.000	499.877	503.285	3.408
0+200.000	499.728	503.512	3.784
0+181.000	499.700	503.688	3.988
0+150.000	499.749	503.738	3.989
0+100.000	499.972	503.964	3.993
0+050.000	500.194	504.191	3.996
0+000.000	500.417	504.417	4.000



CARGA DISP.
 GRADIENTE
 PEZOMETRICO
 N. T. N.
 CARRIAGEM

UNIDAD

ml.

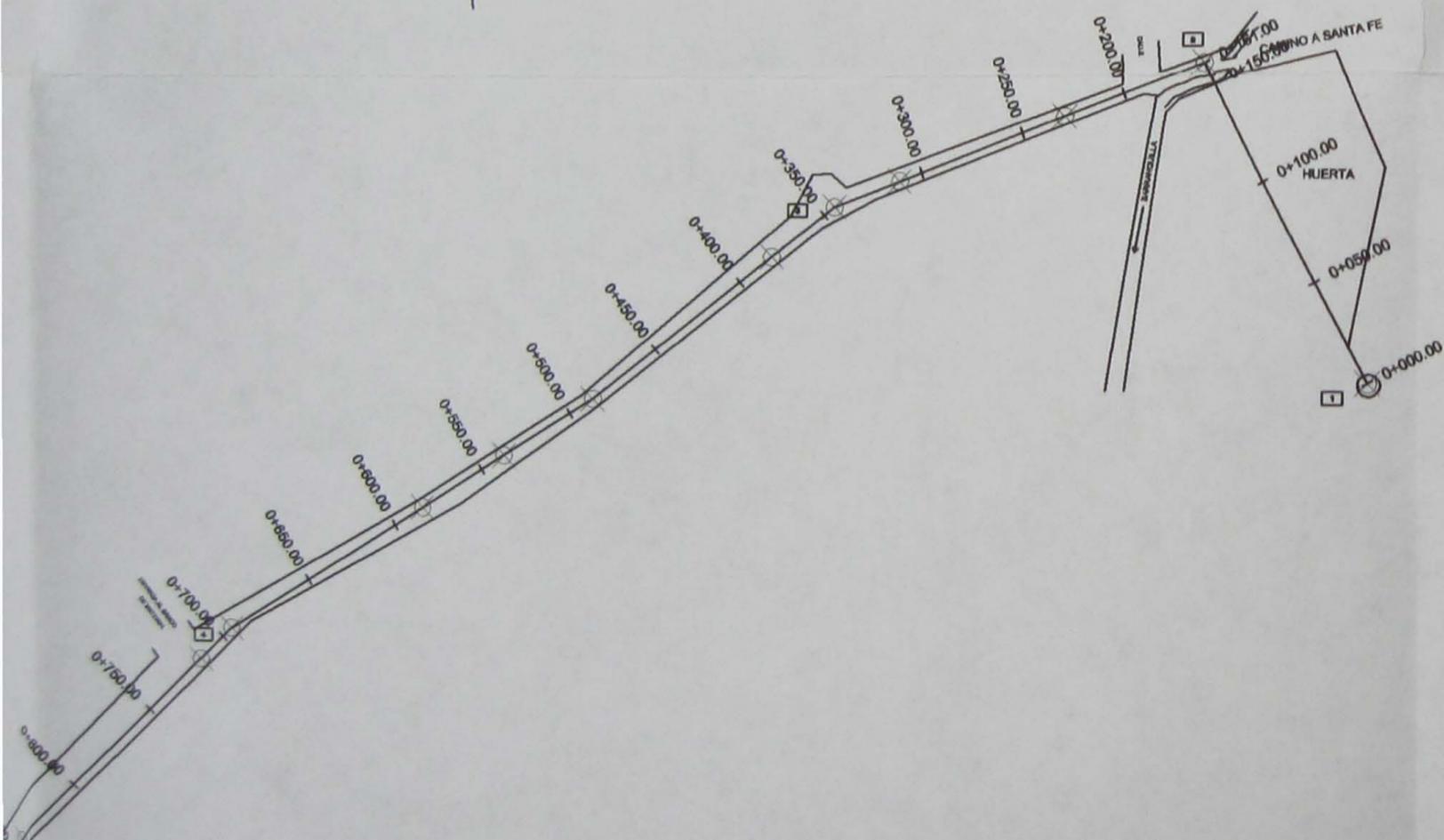
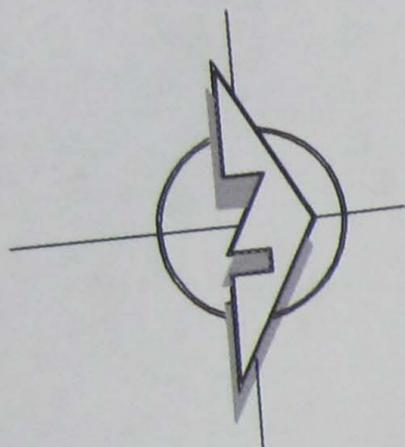
m3.

m3.

m3.

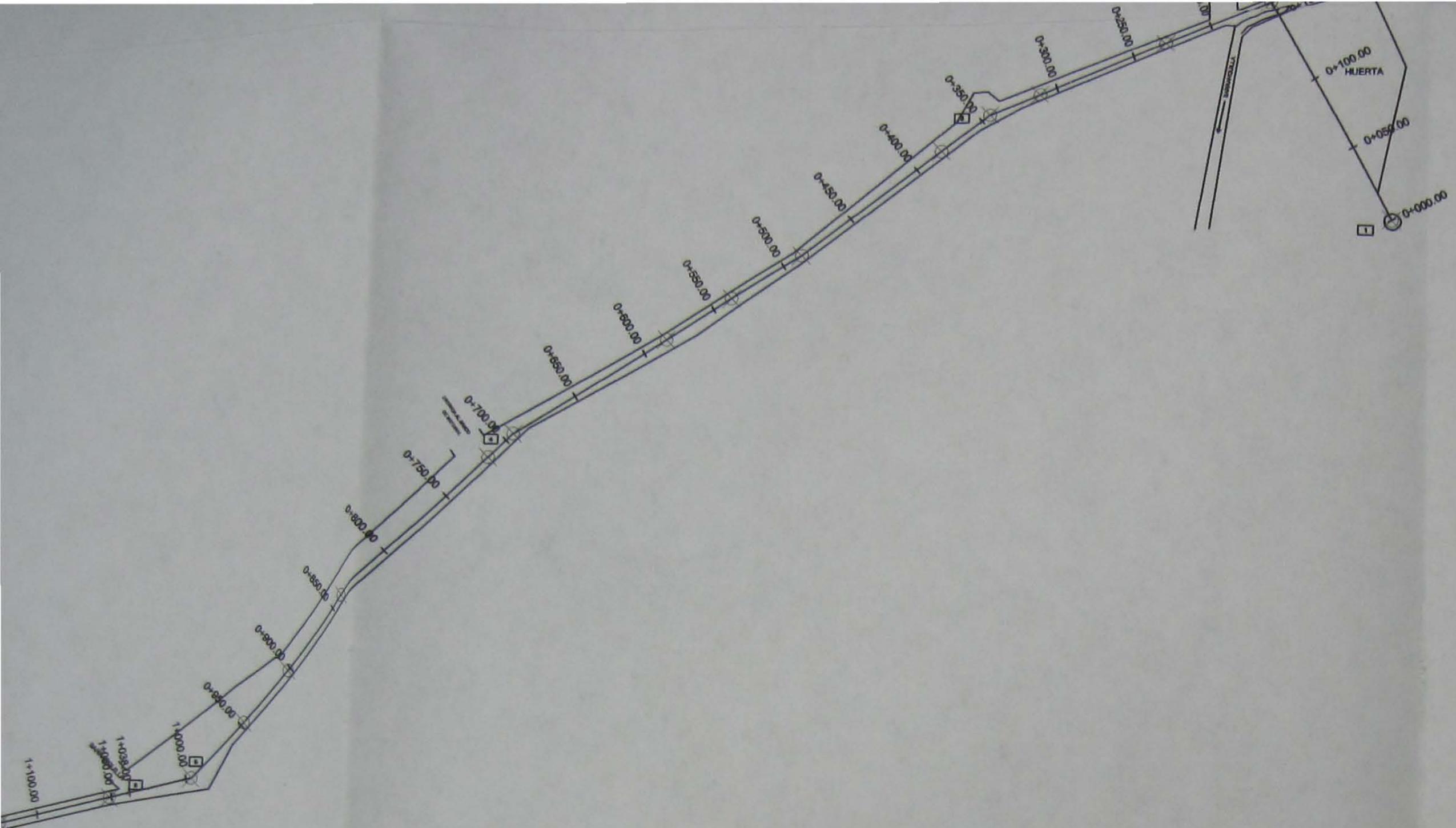
ml.

ml.

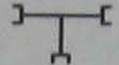


SIMBOLOGIA Y CANTIDAD DE MATERIALES

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION	TOTAL	UNIDAD
—	tubería: PVC de 8"	5789.00	MI.
—	Acero de 8"	23.00	MI.
⊕	Válvula de admisión y expulsión de aire de 2"	13	Pza.
⊕	Válvula de desfogue de 8"	2	Pza.
⊕	Válvula de compuerta de Fo.Fo. de 8"	1	Pza.



SIMBOLOGIA Y CANTIDAD DE MATERIALES

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION	TOTAL	UNIDAD
	tubería: PVC de 8"	5789.00	MI.
	Acero de 8"	23.00	MI.
	Válvula de admisión y expulsión de aire de 2"	13	Pza.
	Válvula de desfogue de 8"	2	Pza.
	Válvula de compuerta de Fo.Fo. de 8"	1	Pza.
	Te de PVC de 8"x 4" de diámetro	13	Pza.
	Te de PVC de 8"x 8" de diámetro	2	Pza.
	Codo de PVC de 90 x 8"	2	Pza.
	Codo de acero de 90 x 8"	1	Pza.
	Atraques	17	Pza.
	Reducción de PVC de 4"x 2" de diámetro	13	Pza.
	Brida de acero soldable de 8" de diámetro	6	Pza.
	Extremidad campana de PVC de 8" de diámetro	6	Pza.
	Número de crucero		

DATOS DE PROYECTO

Población de proyecto.....	10491 hab.
Dotación.....	250 l/hab/dia
Gastos:	
Medio diario.....	30.35 LPS
Máximo diario.....	42.49 LPS
Máximo horario.....	47.04 LPS
Coeficiente de variación diaria.....	1.40
Coeficiente de variación horaria.....	1.55
Fuente de abastecimiento.....	Tanque El Capulín
Conducción.....	Por gravedad
Capacidad de regularización.....	40 m ³

PROYECTO:

LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE.

ANEXO:

A

PLANO DE:

LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD EL CAPULÍN

DIBUJO:

ALEJANDRO VALENCIA CASTAÑEDA

REVISÓ:

ING. ANASTASIO BLANCO SIMIANO

CIUDAD

**URUAPAN
MICHOACÁN**

FECHA

MARZO DEL 2010

ACOTACIÓN EN:

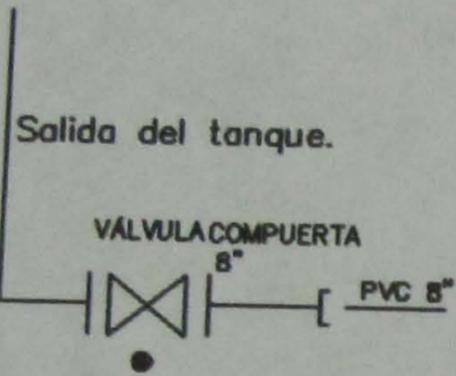
MTS

ESCALA

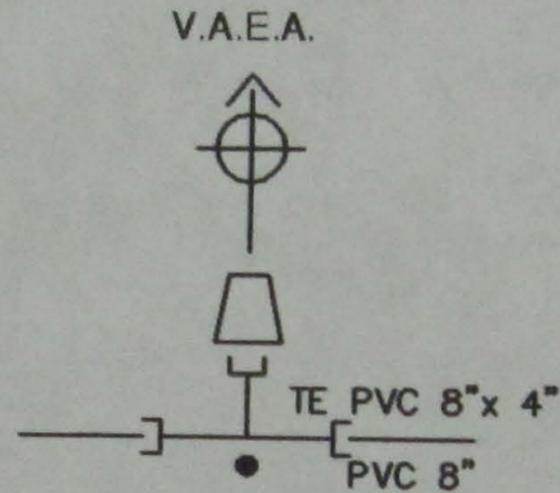
S/N

1

SALIDA DE TANQUE

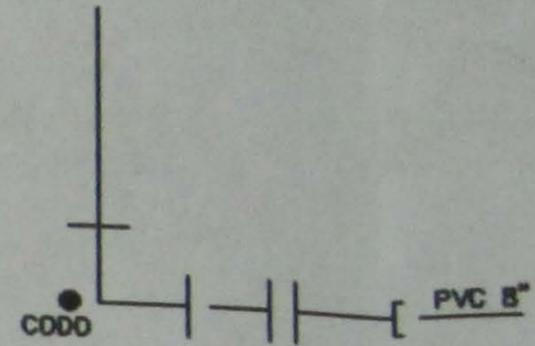


3 4 5 7 8 9 10 11
12 13 14 16 18



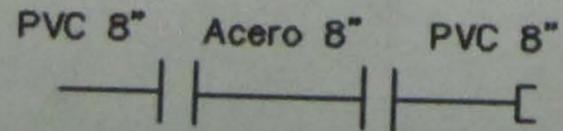
21

LLEGADA A TANQUE



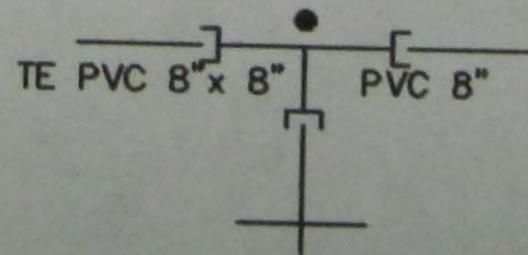
2 6

UNIÓN PVC-ACERO CRUCE CON ARROYO



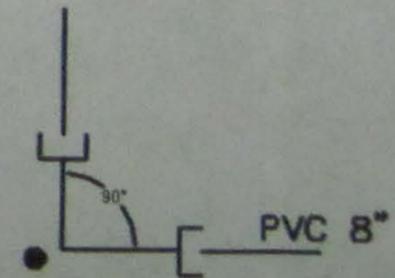
15 17

VÁLVULAS DE DESFOGUE

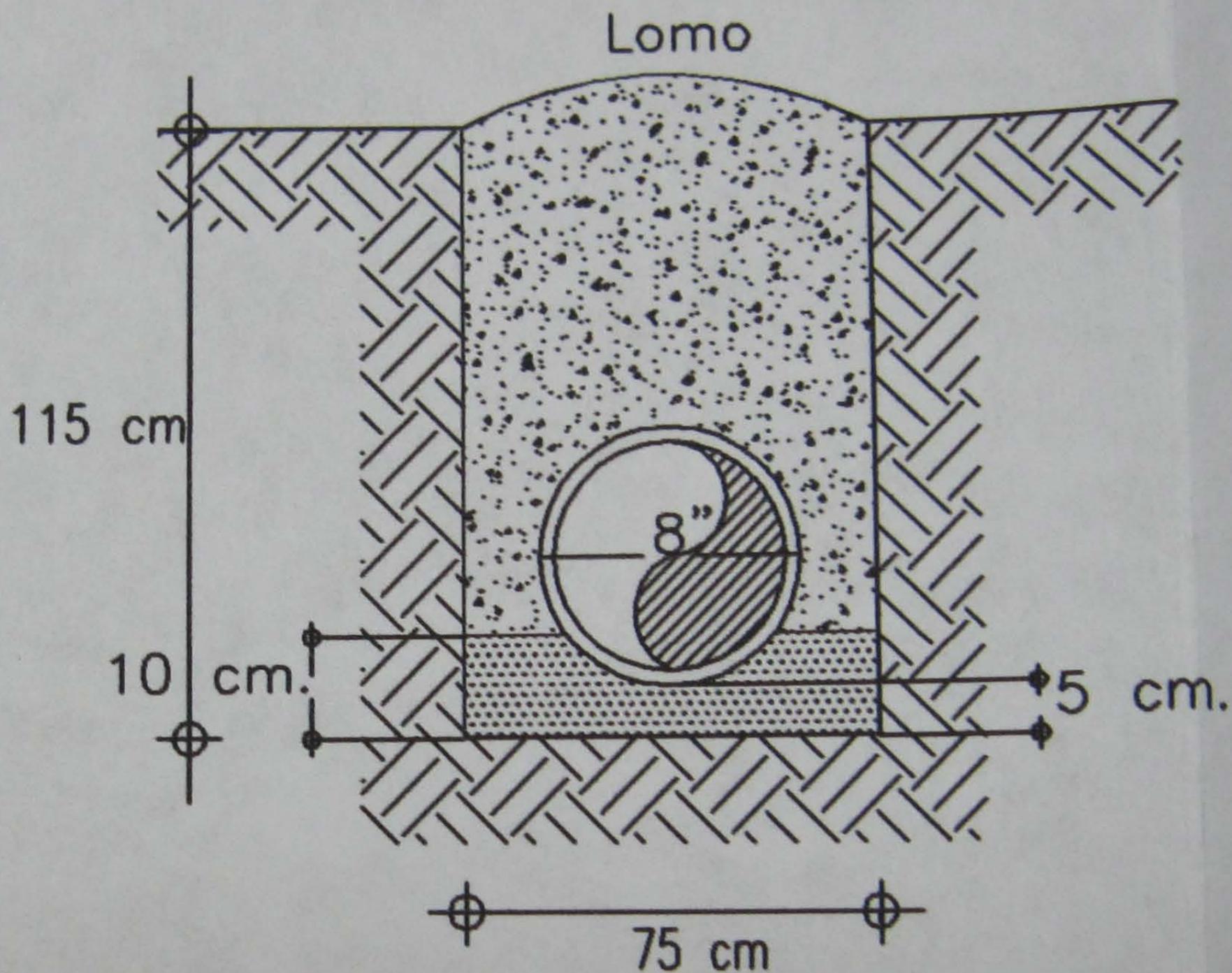


19 20

CODOS EMPLEADOS



ZANJAS



NOTA:

A).-La cama deberá ser de un material que garantice las siguientes condiciones:

1.-Facilidad en el acomodo de la tubería.

2.-Formar un encamado tal, que la carga del tubo en el terreno sea uniforme.

B).-El material de relleno, se procurará sea el mismo de la excavación seleccionado y libre de piedras, si esto no es posible por el tipo de suelo se hará con material de banco.

PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRA

DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

CANTIDAD

UNIDAD

Trazo de terreno natural para línea de conducción de agua potable.

5812.00

ml.

Excavación para zanjas a cielo abierto en material tipo C.

4052.30

m3.

Relleno de zanjas compactado con material producto de la excavación en capas de 15 cm.

3583.39

m3.

Colocación de plantilla con material de banco.

283.66

m3.

Instalación de tubería de PVC RD-32.5 de 8" de diámetro.

5789.00

ml

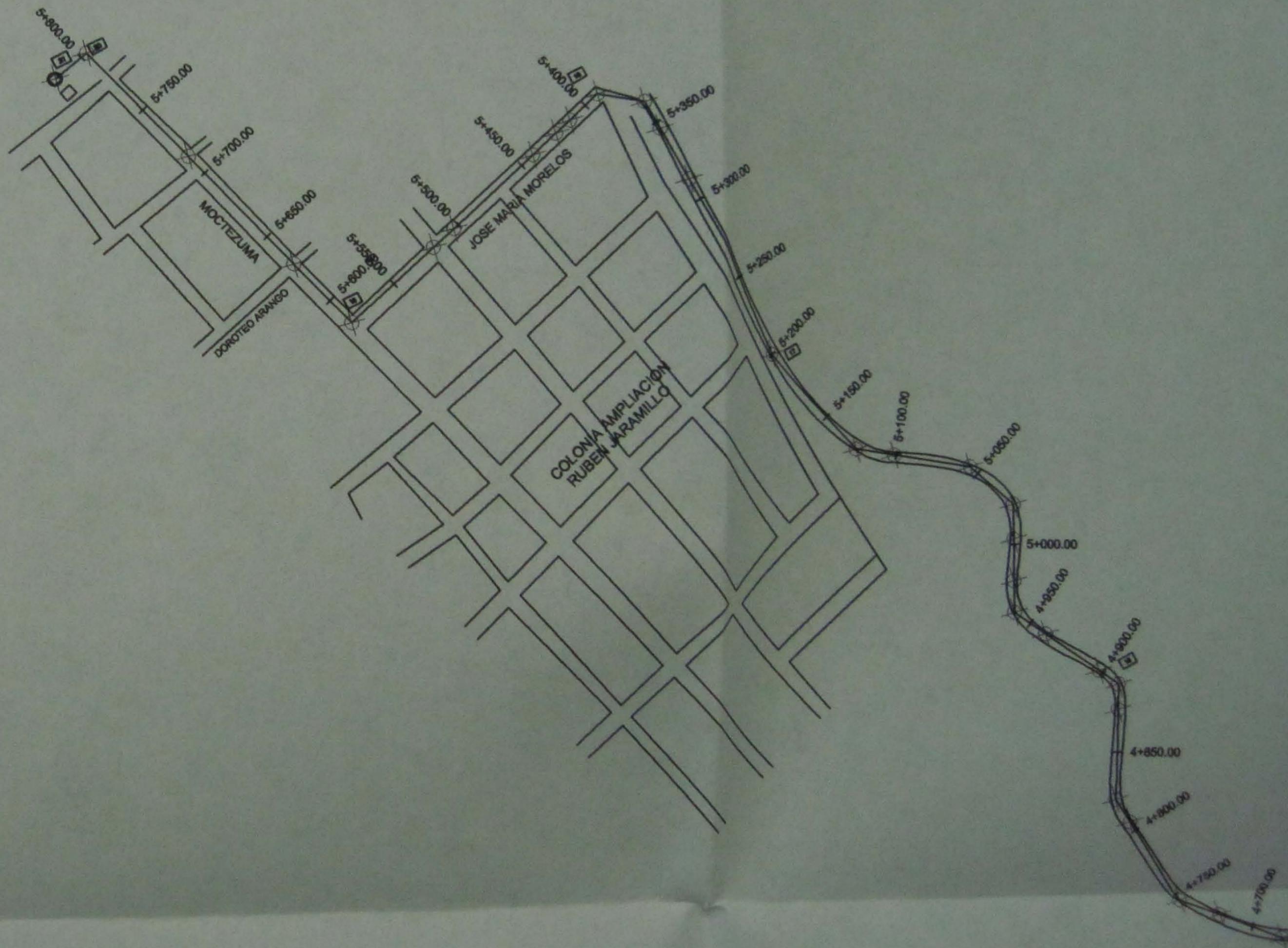
Instalación de tubería de acero negro liso cédula 40 sin costura de 8" de diámetro.

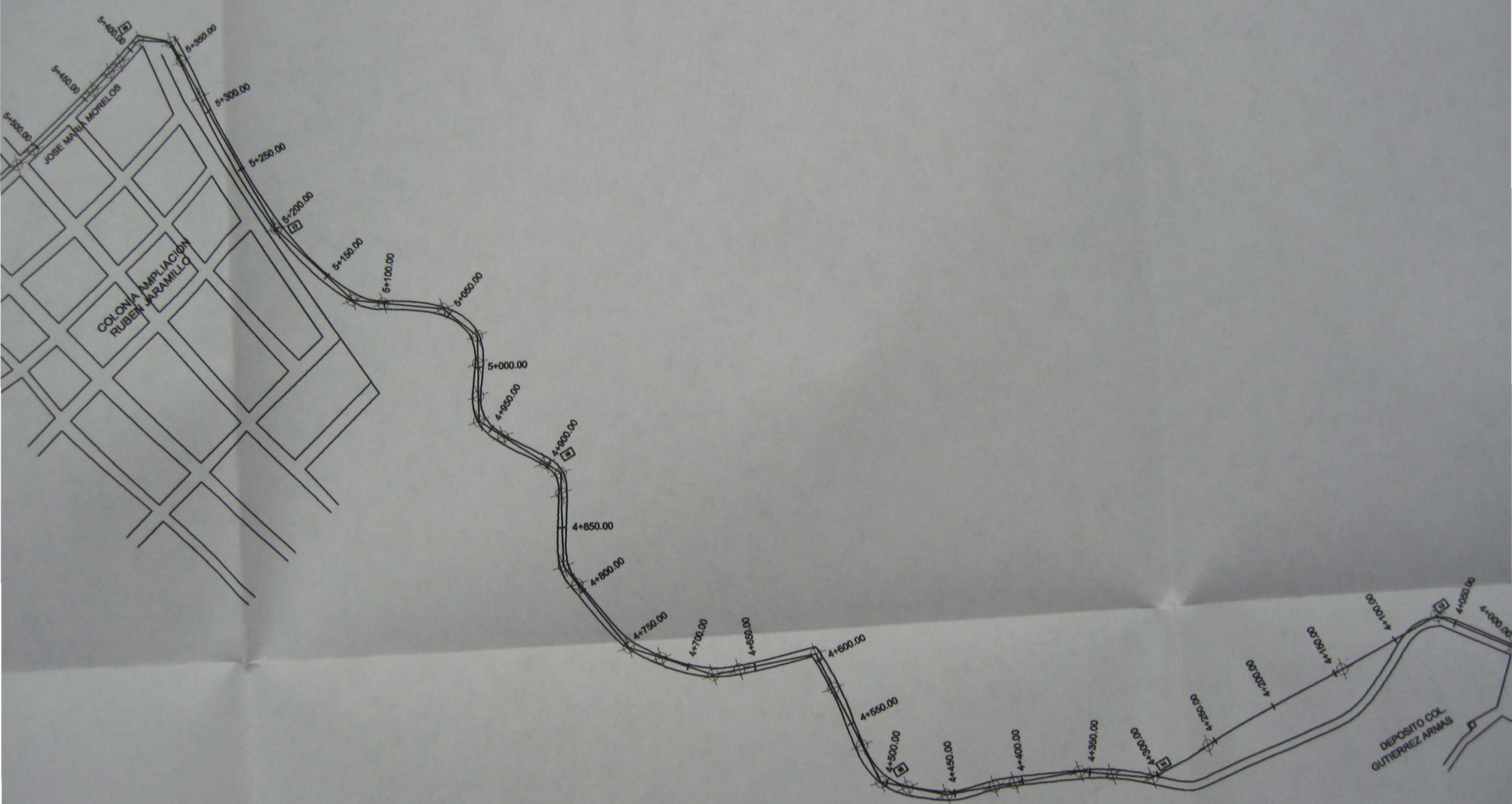
23.00

ml

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN







JOSE MARIA MORELOS
COLONIA AMPLIACION
RUBEN JARAMILLO

DEPOSITO COL
GUTIERREZ ARMAS

5+400.00

5+450.00

5+500.00

5+350.00

5+300.00

5+250.00

5+200.00

5+150.00

5+100.00

5+050.00

5+000.00

4+950.00

4+900.00

4+850.00

4+800.00

4+750.00

4+700.00

4+650.00

4+600.00

4+550.00

4+500.00

4+450.00

4+400.00

4+350.00

4+300.00

4+250.00

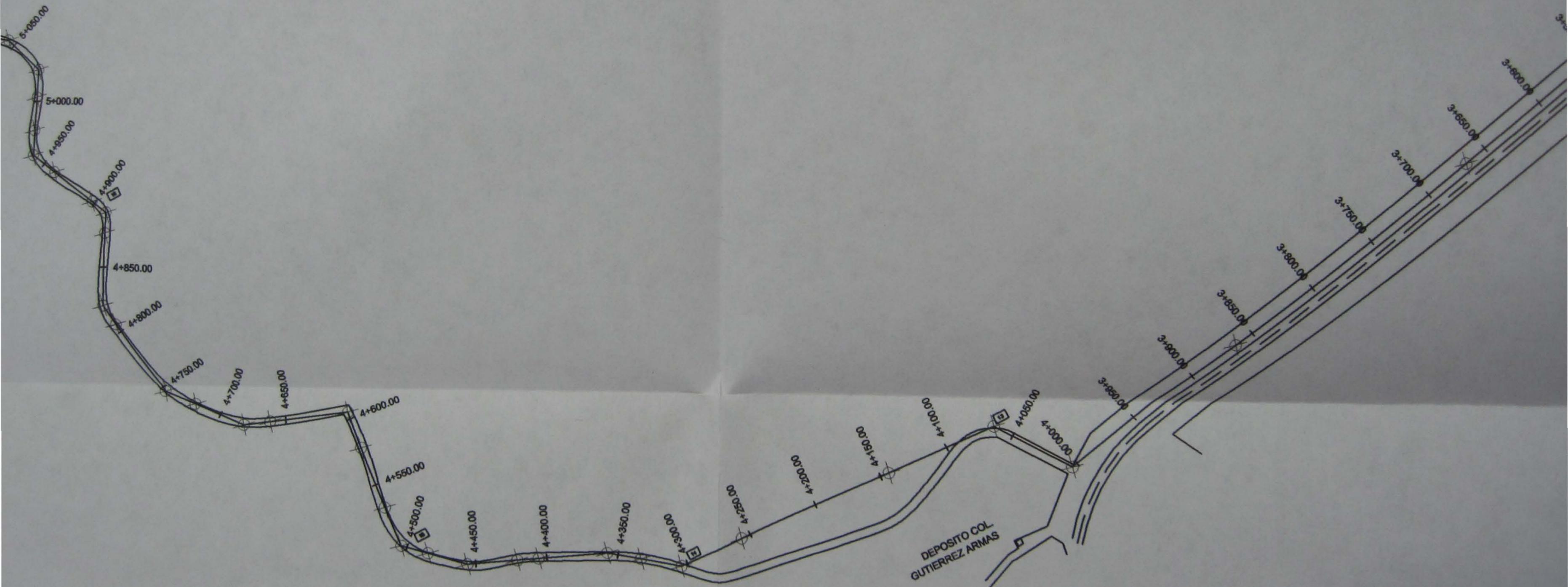
4+200.00

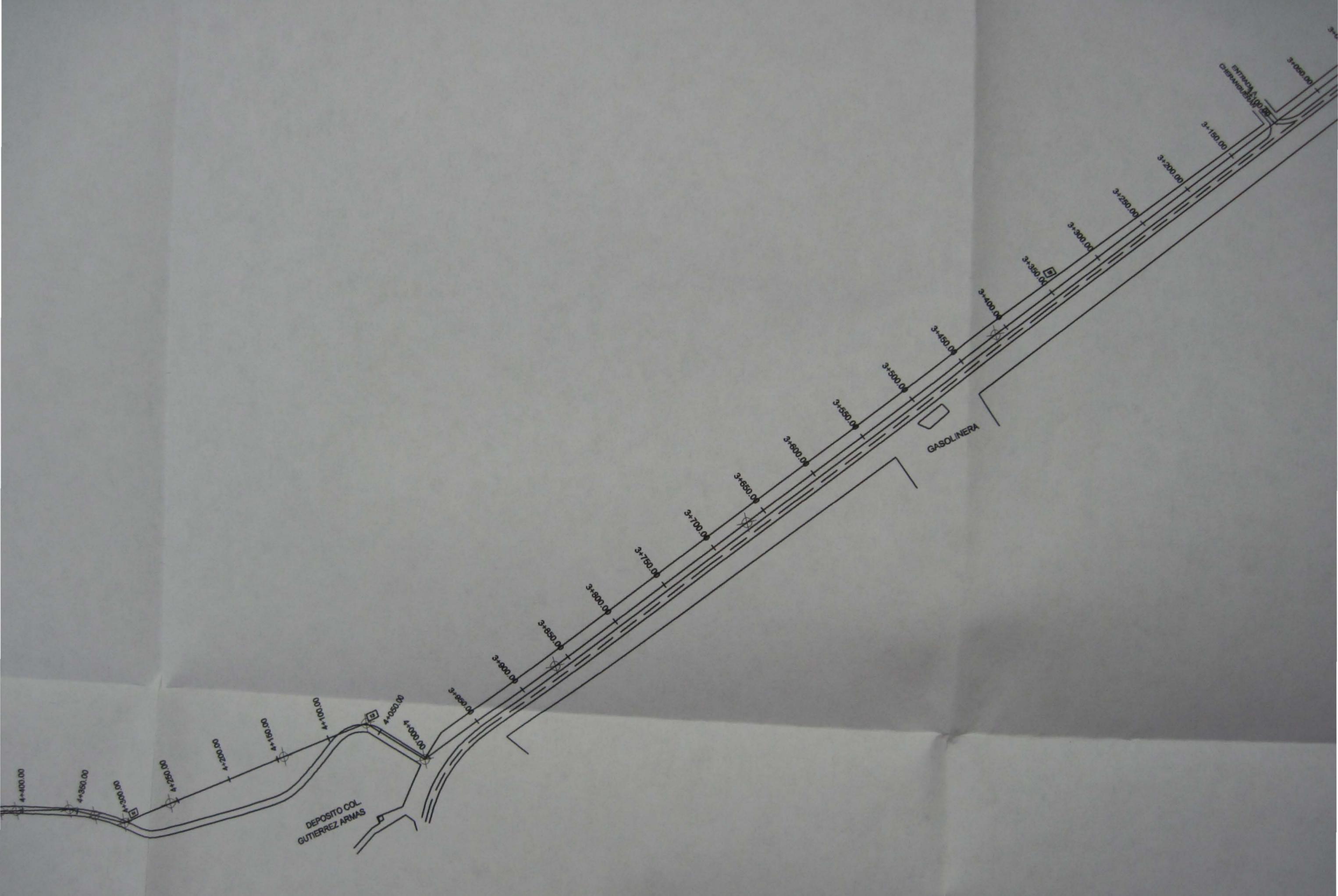
4+150.00

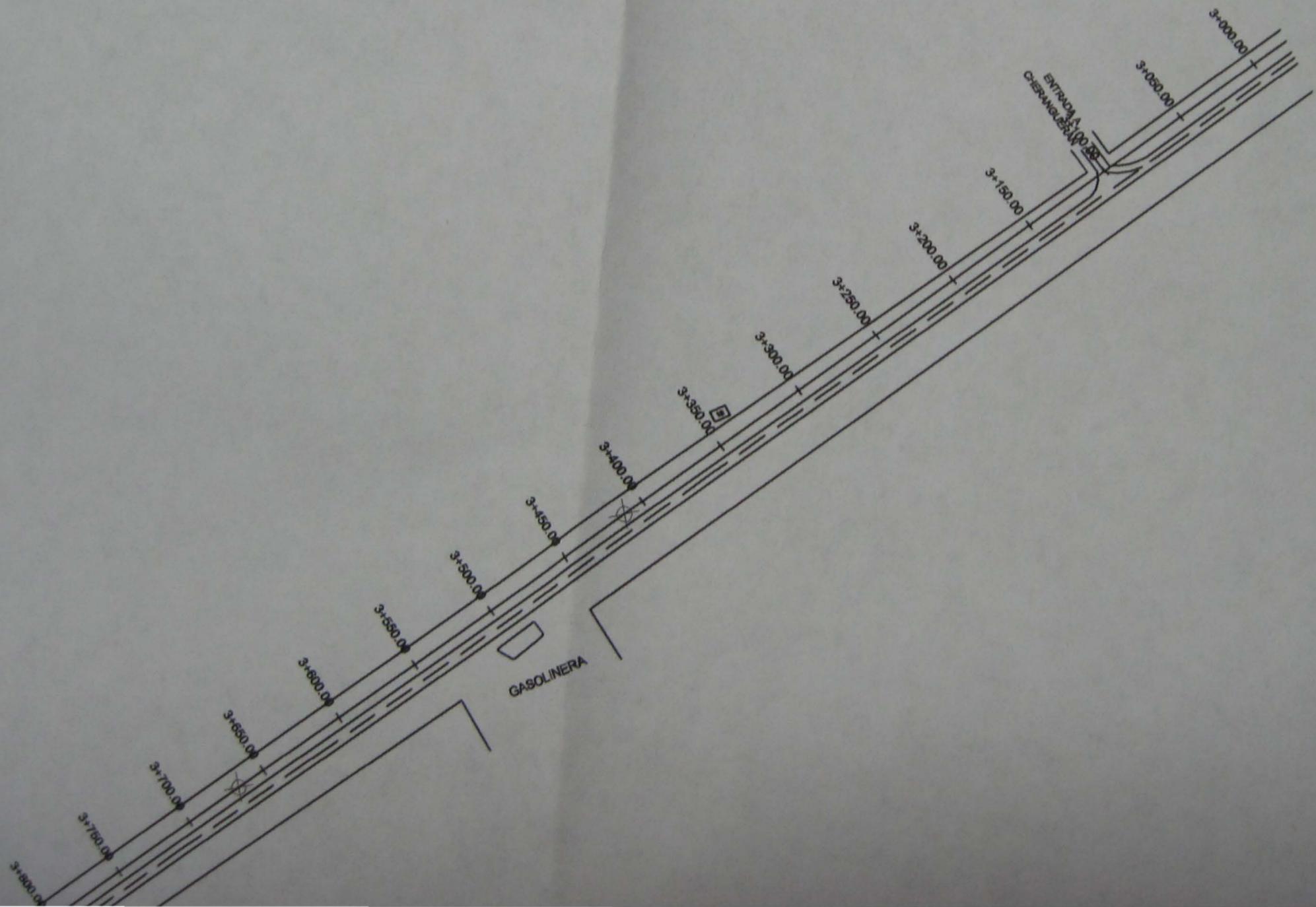
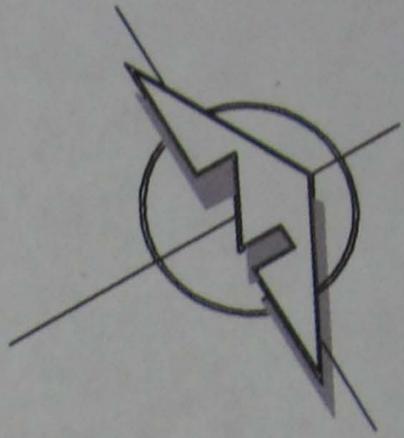
4+100.00

4+050.00

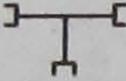
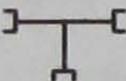
4+000.00



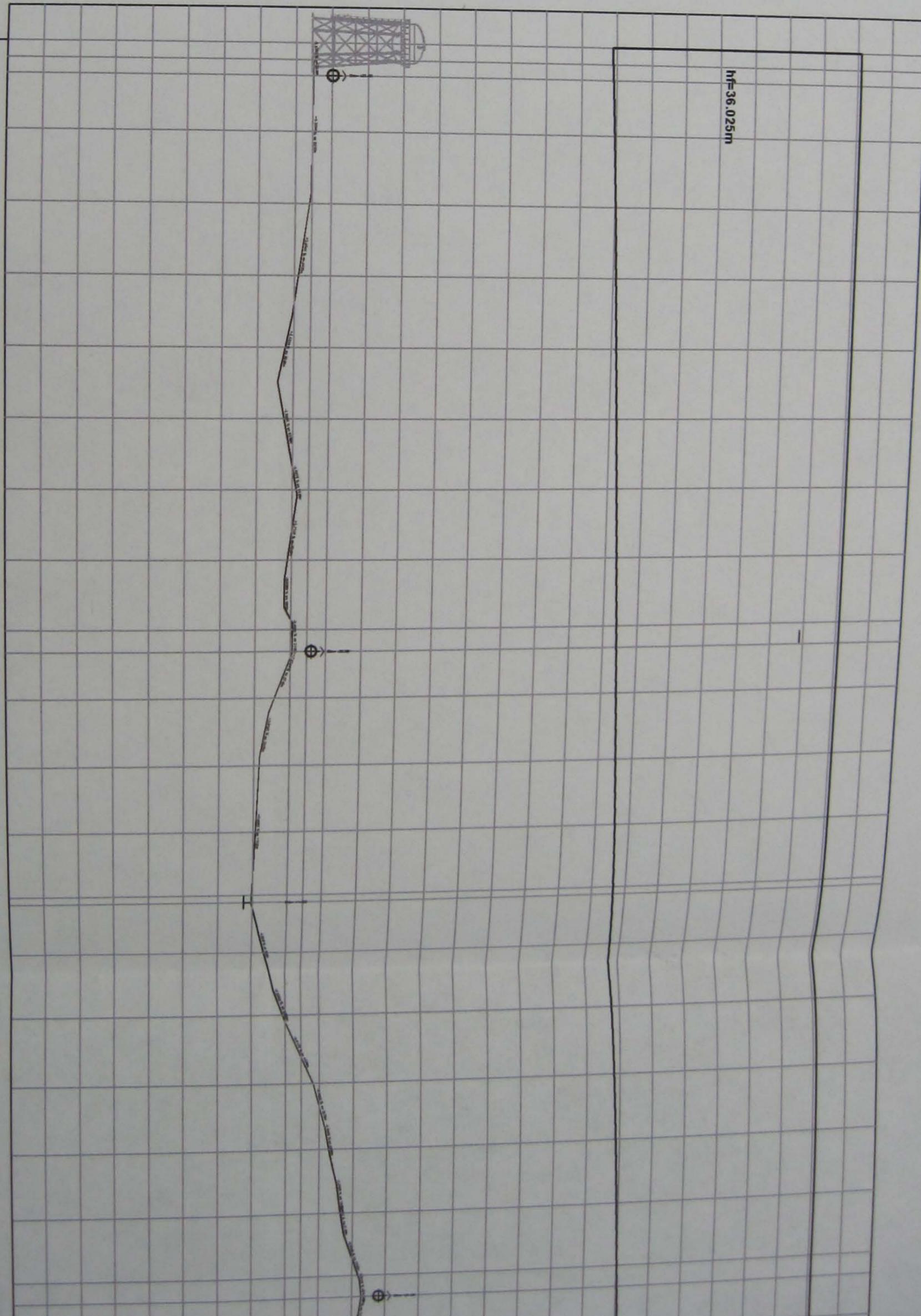


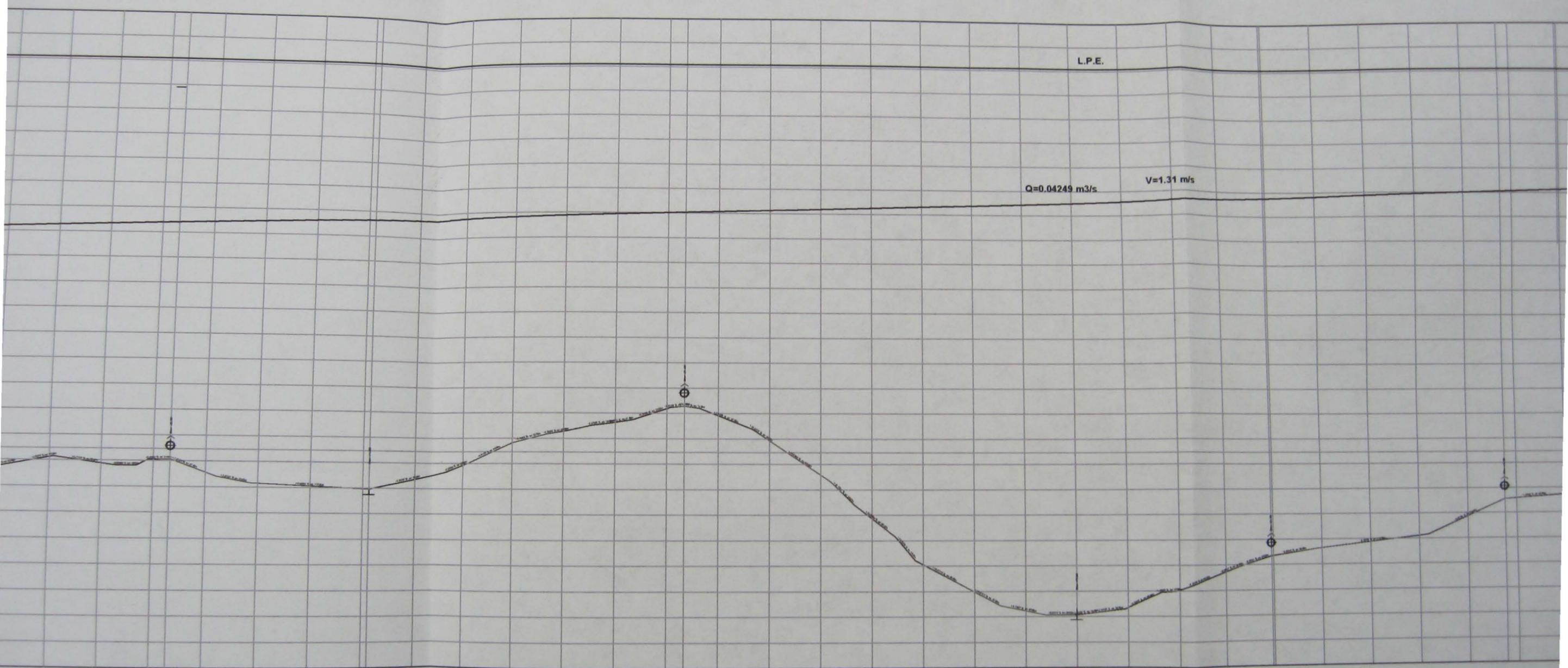
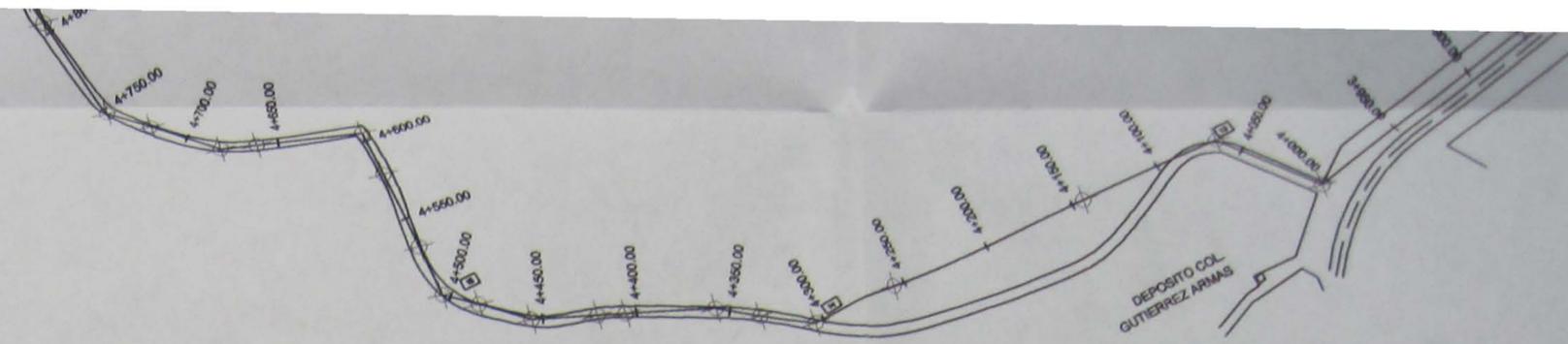


SIMBOLOGIA Y CANTIDAD DE MATERIALES

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION	TOTAL	UNIDAD
	tubería: PVC de 8"	5789.00	MI.
	Acero de 8"	23.00	MI.
	Válvula de admisión y expulsión de aire de 2"	13	Pza.
	Válvula de desfogue de 8"	2	Pza.
	Válvula de compuerta de Fo.Fo. de 8"	1	Pza.
	Te de PVC de 8"x 4" de diámetro	13	Pza.
	Te de PVC de 8"x 8" de diámetro	2	Pza.
	Codo de PVC de 90 x 8"	2	Pza.
	Codo de acero de 90 x 8"	1	Pza.
	Atraques	17	Pza.
	Reducción de PVC de 4"x 2" de diámetro	13	Pza.
	Brida de acero soldable de 8" de diámetro	6	Pza.
	Extremidad campana de PVC de 8" de diámetro	6	Pza.
	Número de crucero		

5+812.000	422.280	459.912	37.622
5+800.000	422.389	460.087	37.698
5+789.000	422.480	460.247	37.767
5+750.000	422.341	460.816	38.475
5+700.000	422.000	461.545	39.545
5+650.000	420.573	462.274	41.701
5+600.000	418.862	463.003	44.141
5+550.000	418.807	463.732	44.926
5+500.000	420.596	464.461	43.865
5+450.000	419.456	465.190	45.734
5+400.000	420.250	465.919	45.670
5+384.000	420.315	466.153	45.838
5+350.000	417.818	466.648	48.831
5+300.000	415.739	467.377	51.838
5+250.000	415.298	468.106	52.810
5+200.000	414.853	468.835	53.982
5+194.000	414.800	468.825	54.123
5+150.000	416.831	469.564	52.733
5+100.000	419.668	470.293	50.625
5+050.000	424.104	471.022	46.918
5+000.000	426.406	471.752	45.345
4+950.000	428.213	472.481	44.268
4+900.000	430.930	473.210	42.278
4+883.000	431.430	473.487	42.027



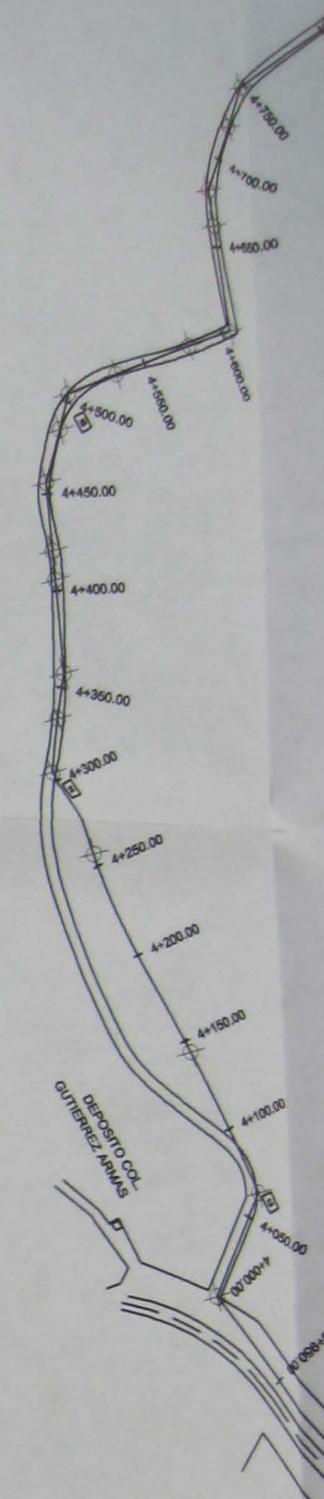
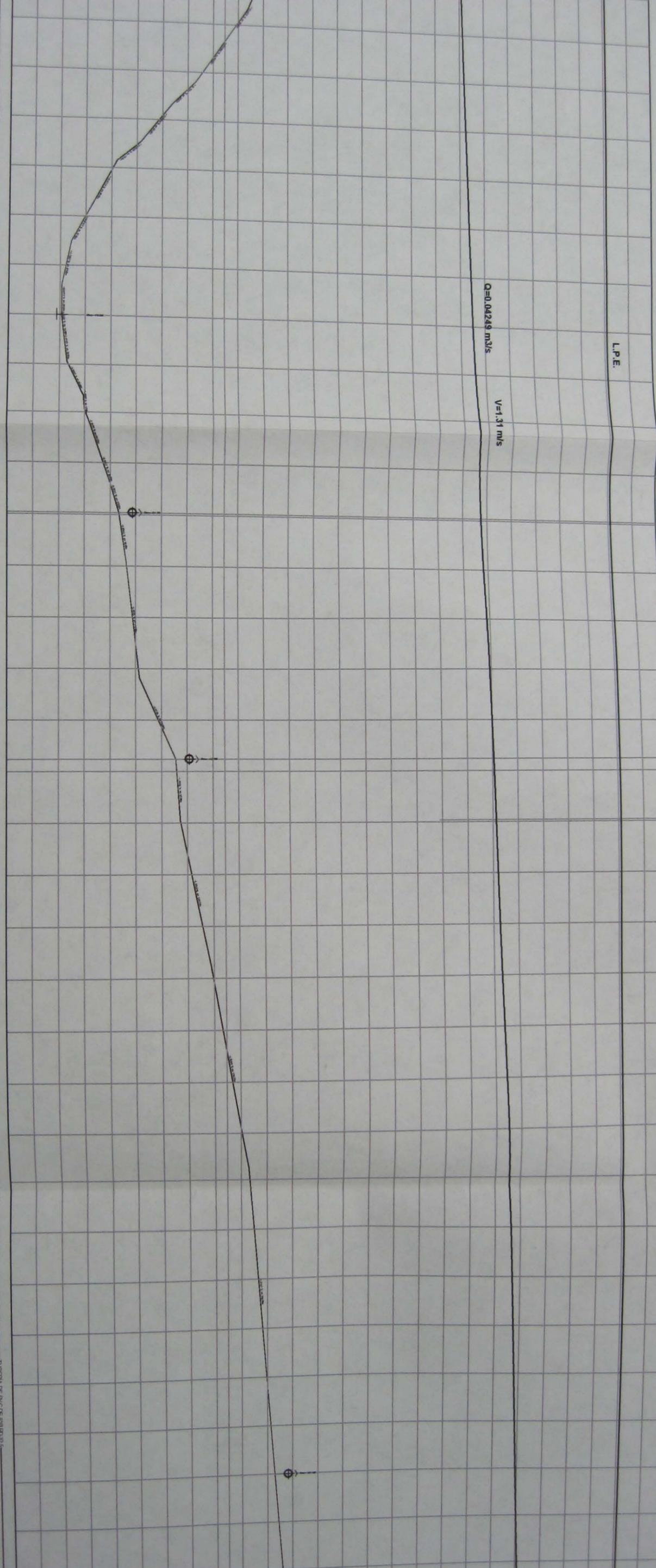


L.P.E.

Q=0.04249 m³/s V=1.31 m/s

5+300.000	420.988	484.481	43.865	4+750.000	417.918	468.648	48.831
5+450.000	419.488	485.190	45.734	5+300.000	415.738	487.377	51.638
5+400.000	420.250	485.919	45.670	5+250.000	415.298	488.106	52.810
5+384.000	420.315	486.153	45.838	5+150.000	416.831	489.584	52.733
5+350.000	417.818	486.648	48.831	5+100.000	419.888	470.253	50.825
5+300.000	415.738	487.377	51.638	5+050.000	424.104	471.022	46.918
5+250.000	415.298	488.106	52.810	5+000.000	426.408	471.752	45.345
5+150.000	416.831	489.584	52.733	4+950.000	428.213	472.481	44.268
5+100.000	419.888	470.253	50.825	4+900.000	430.530	473.210	42.278
5+050.000	424.104	471.022	46.918	4+850.000	431.430	473.457	42.027
5+000.000	426.408	471.752	45.345	4+800.000	429.571	473.938	44.368
4+950.000	428.213	472.481	44.268	4+800.000	424.811	474.668	50.057
4+900.000	430.530	473.210	42.278	4+750.000	417.915	475.387	57.483
4+850.000	431.430	473.457	42.027	4+700.000	409.305	476.126	68.821
4+800.000	429.571	473.938	44.368	4+650.000	400.248	476.855	78.907
4+800.000	424.811	474.668	50.057	4+600.000	395.129	477.584	82.678
4+750.000	417.915	475.387	57.483	4+550.000	391.151	478.313	87.161
4+700.000	409.305	476.126	68.821	4+500.000	390.387	479.042	88.865
4+650.000	400.248	476.855	78.907	4+450.000	391.743	479.771	88.027
4+600.000	395.129	477.584	82.678	4+400.000	395.143	480.500	85.357
4+550.000	391.151	478.313	87.161	4+350.000	398.643	481.229	82.388
4+500.000	390.387	479.042	88.865	4+300.000	401.391	481.958	80.729
4+450.000	391.743	479.771	88.027	4+250.000	403.235	482.687	79.452
4+400.000	395.143	480.500	85.357	4+200.000	404.387	483.416	79.028
4+350.000	398.643	481.229	82.388	4+150.000	405.539	484.145	78.905
4+300.000	401.391	481.958	80.729	4+100.000	408.385	484.874	75.488
4+250.000	403.235	482.687	79.452	4+050.000	412.795	485.428	72.870
4+200.000	404.387	483.416	79.028	4+000.000	412.850	485.803	72.873
4+150.000	405.539	484.145	78.905				
4+100.000	408.385	484.874	75.488				
4+050.000	412.795	485.428	72.870				
4+000.000	412.850	485.803	72.873				

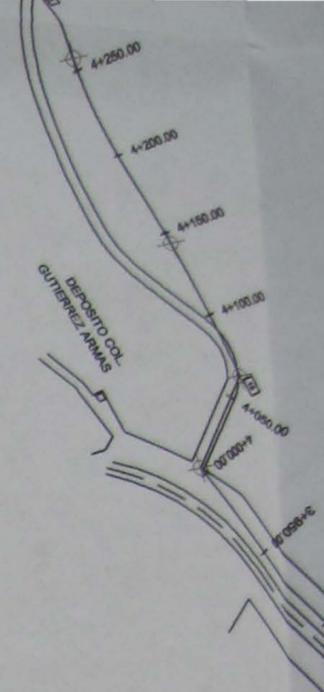
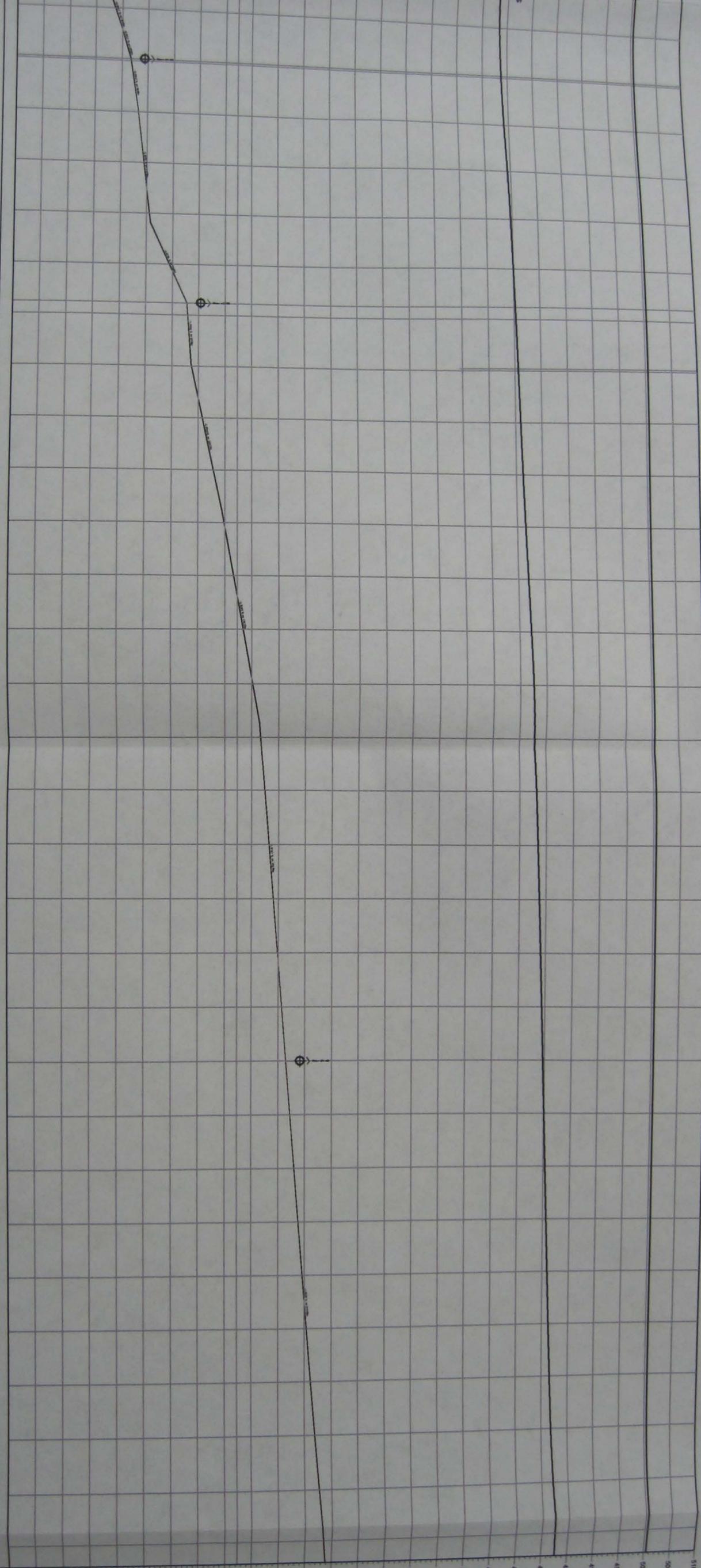
4+800.000	424.811	474.668	50.057
4+750.000	417.913	475.397	57.483
4+700.000	409.305	476.126	66.621
4+650.000	400.248	476.855	76.607
4+600.000	395.126	477.555	82.428
4+550.000	391.151	478.313	87.161
4+500.000	390.357	479.042	88.686
4+450.000	391.743	479.771	88.027
4+400.000	395.143	480.500	85.357
4+350.000	398.643	481.229	82.586
4+300.000	401.701	481.928	80.228
4+250.000	403.235	482.687	79.452
4+200.000	404.387	483.416	79.029
4+150.000	405.539	484.145	78.806
4+100.000	409.385	484.874	75.489
4+082.000	412.758	485.428	72.670
4+050.000	412.930	485.603	72.673
4+000.000	413.701	486.312	72.611
3+950.000	415.783	486.538	70.756
3+900.000	417.864	486.765	68.901
3+850.000	419.874	486.991	67.117
3+800.000	421.838	487.217	65.580
3+750.000	423.402	487.444	64.042
3+700.000	425.166	487.670	62.504
3+650.000	426.652	487.896	61.244
3+600.000	427.480	488.123	60.662
3+550.000	428.268	488.349	60.080
3+500.000	429.076	488.575	59.499
3+450.000	429.884	488.801	58.917
3+400.000	430.687	489.028	58.340
3+350.000	431.489	489.254	57.766
3+300.000	432.250	489.480	57.231



TUBERIA DE PVC DE 1000x1000

4+300.000	386.643	481.228	82.886
4+250.000	403.235	482.687	78.452
4+200.000	404.387	483.416	78.029
4+150.000	405.539	484.145	78.606
4+100.000	409.385	484.874	75.489
4+082.000	412.758	485.428	72.670
4+050.000	412.930	485.603	72.673
4+000.000	413.701	486.312	72.611
3+850.000	415.783	486.538	70.756
3+800.000	417.864	486.765	68.901
3+850.000	419.874	486.981	67.117
3+800.000	421.838	487.217	65.580
3+750.000	423.402	487.444	64.042
3+700.000	425.166	487.670	62.504
3+650.000	426.652	487.896	61.244
3+600.000	427.460	488.123	60.662
3+550.000	428.268	488.349	60.080
3+500.000	429.076	488.575	59.498
3+450.000	429.884	488.801	58.917
3+400.000	430.687	489.028	58.340
3+350.000	431.489	489.254	57.766
3+300.000	432.250	489.480	57.231
3+250.000	433.031	489.707	56.676
3+200.000	433.812	489.933	56.121
3+150.000	434.593	490.159	55.566
3+100.000	435.374	490.386	55.011
3+050.000	436.155	490.612	54.457
3+000.000	436.937	490.838	53.902
2+950.000	437.718	491.065	53.347
2+900.000	438.499	491.291	52.792

TUBERIA DE PVC DE 800 mm Ø



CARGAMENTO
 N.T.N.
 GRADIENTE
 PERMUTUO
 CARGA USP

385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510

DATOS DE PROYECTO

Población de proyecto.....	10491 hab.
Dotación.....	250 l/hab/dia
Gastos:	
Medio diario.....	30.35 LPS
Máximo diario.....	42.49 LPS
Máximo horario.....	47.04 LPS
Coeficiente de variación diaria.....	1.40
Coeficiente de variación horaria.....	1.55
Fuente de abastecimiento.....	Tanque El Capulín
Conducción.....	Por gravedad
Capacidad de regularización.....	40 m ³

PROYECTO:

LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE.

ANEXO:

B

PLANO DE:

LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD EL CAPULÍN

DIBUJO:

ALEJANDRO VALENCIA CASTAÑEDA

REVISÓ:

ING. ANASTASIO BLANCO SIMIANO

CIUDAD

**URUAPAN
MICHOACÁN**

FECHA

MARZO DEL 2010

ACOTACIÓN EN:

MTS

ESCALA

S/N