

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



Desarrollo de Software para el Diseño de Redes Matrices de Abastecimiento de Agua NET V.4.5 - 1995

INFORME DE INGENIERIA

Para optar el título profesional de:
INGENIERO SANITARIO

JORGE LUIS OLIVAREZ VEGA
PROMOCION 84-I

Lima - Perú
1995

El crear no es fácil e implica sacrificio, tanto para el que lo realiza como para los que le rodean. En reconocimiento de estos hechos dedico este trabajo a Geova, mi madre, Julia, mi esposa, y mis hijos Olivia, John y Anthony.

**DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE REDES
MATRICES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
NET V. 4.5 - 1995**

CONTENIDO

	Página
Presentación	
CAPITULO I: Sistema de Abastecimiento de Agua	1
1.1 Introducción	1
1.2 Componentes del Sistema	1
1.3 Fuentes de Agua	2
1.4 Captación	2
1.4.1 Fuentes Subterráneas	2
1.4.2 Fuentes Superficiales	3
1.5 Conducción	4
1.6 Tratamiento	5
1.6.1 Coagulación	5
1.6.2 Floculación	6
1.6.3 Sedimentación	6
1.6.4 Filtración	7
1.6.5 Desinfección	8
1.7 Almacenamiento	8
1.8 Línea de Aducción	9
1.9 Red de Distribución	9
CAPITULO II: Sistema de Distribución	10
2.1 Generalidades	10
2.2 Sistema de Redes	11
2.3 Métodos de Cálculo	13
2.3.1 Ramal del Mínimo Costo o Método de Mannes-Lueger	14
2.3.2 Método de la Pendiente Uniforme	15
2.3.3 Ecuación General de la Línea de Carga de un Ramal	15
2.3.4 Método de Tuberías Equivalentes	15
2.4 Método de Hardy Cross	16
2.4.1 Fórmulas Hidráulicas	16
2.4.2 Fundamento del Método	18
2.4.3 Determinación de la Corrección	19

2.4.4	Generalización de la Fórmula de Corrección	20
2.4.5	Leyes de Equilibrio	20
2.4.5.1	Ley de Gastos	20
2.4.5.2	Ley de las Pérdidas de Carga	20
2.4.5.3	Corolario de las Dos Leyes	21
CAPITULO III: Proyecto de un Sistema de Distribución		22
3.1	Información Básica	22
3.1.1	Aspectos Urbanísticos y de los Servicios de Infraestructura	22
3.1.2	Aspectos Físicos	23
3.1.3	Sistema de Distribución Existente	23
3.2	Planeamiento del Sistema de Distribución	23
3.3	Parámetros de Diseño	23
3.4	Criterios de Diseño	23
3.4.1	Esquema de la Red	25
3.4.2	Areas de Influencia	26
3.4.3	Demanda en Zona de Influencia	27
3.4.4	Caudales Iniciales de cada Tramos	27
3.4.5	Diámetros Iniciales	27
3.5	Normas de Diseño	28
3.5.1	Norma del ININVI	29
3.5.2	Reglamento de SEDAPAL	32
CAPITULO IV: Software para Diseño de Redes Matrices		36
4.1	Lenguajes de Programación	36
4.1.1	Lenguaje de Máquina	36
4.1.2	Lenguajes de Bajo Nivel	36
4.1.3	Lenguajes de Alto Nivel	37
4.2	Lenguaje QuickBASIC	38
4.2.1	Historia del BASIC	38
4.2.2	Programación Estructurada con QuickBASIC	39
4.2.3	Entorno de Programación QuickBASIC	40
4.3	Software Existente sobre Redes	41
4.3.1	Software del Ingeniero Carlos Ruiz Altuna	41
4.3.2	Software del Banco Mundial	42

4.4 Sistema NET 4.5	42
4.4.1 Requerimientos Mínimos	43
4.4.2 Archivos del Sistema	43
4.4.3 Instalación de NET	44
4.4.4 Puesta en Marcha	44
4.4.5 Menús del Sistema	46
4.4.6 Limitaciones de NET	47
CAPITULO V: Programas Fuentes de NET	48
5.1 Generalidades	48
5.2 NET01: Crear Archivo	48
5.3 NET02: Utilizar Existente	54
5.4 NET03: Grabar Como	55
5.5 NET04: Borrar Archivos	55
5.6 NET05: Listar Archivos	57
5.7 NET06: Datos Generales	57
5.8 NET07: Valores de Malla	59
5.9 NET08: Tramos de Red	60
5.10 NET09: Diámetros Iniciales	61
5.11 NET10: Redes Matrices	63
5.12 NET11: Costo de Redes	65
5.13 NET12: Datos de Redes	68
5.14 NET13: Resultados Obtenidos	69
5.15 NET14: Datos de Redes	71
5.16 NET15: Resultados Obtenidos	72
5.17 NET16: Costo de Redes	74
5.18 NET17: Diámetro Proyectado	74
5.19 NET18: Pérdida de Carga	75
5.20 NET19: Límite de Velocidad	77
5.21 NET20: Accesorios Diversos	78
5.22 NET21: Válvula Reductora	79
5.23 NET22: Ayuda Básica	80
5.24 NET23: Unidad de Trabajo	82
5.25 NET24: Versión de NET	83
CAPITULO VI: Manual para Utilizar el NET	85
6.1 Presentación	85
6.2 Menú Principal Archivo	85
6.2.1 Opción Crear Archivo	85
6.2.2 Opción Utilizar Existente	87
6.2.3 Opción Grabar Como	87
6.2.4 Opción Borrar Archivos	88
6.2.5 Opción Listar Archivos	88
6.3 Menú Principal Modificar	89

6.3.1	Opción Datos Generales	89
6.3.2	Opción Valores de Malla	89
6.3.3	Opción Tramos de Red	90
6.4	Menú Principal Calcular	90
6.4.1	Opción Diámetros Iniciales	90
6.4.2	Opción Redes Matrices	91
6.4.3	Opción Costo de Redes	91
6.5	Menú Principal Ver	92
6.5.1	Opción Datos de Redes	92
6.5.2	Opción Resultados Obtenidos	93
6.6	Menú Principal Imprimir	93
6.6.1	Opción Datos de Redes	93
6.6.2	Opción Resultados Obtenidos	93
6.6.3	Opción Costo de Redes	94
6.7	Menú Principal Diseñar	94
6.7.1	Opción Diámetro Proyectado	94
6.7.2	Opción Pérdida de Carga	95
6.7.3	Opción Límite de Velocidad	95
6.7.4	Opción Accesorios Diversos	96
6.7.5	Opción Válvula Reductora	96
6.8	Menú Principal Otros	97
6.8.1	Opción Ayuda Básica	97
6.8.2	Opción Unidad de Trabajo	97
6.8.3	Opción Versión de NET	97
CAPITULO VII: Aplicación de NET a un Diseño		98
7.1	Localidad Seleccionada	98
7.2	Descripción del Sistema Existente	98
7.3	Descripción del Sistema Proyectado	98
7.4	Parámetros de Diseño	99
7.5	Resultados Obtenidos	100
CAPITULO VIII: Conclusiones y Recomendaciones		114
8.1	Conclusiones	114
8.2	Recomendaciones	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		116

LISTADO DE FIGURAS

Nº	Descripción	Página
1.1	Esquema de	1
2.1	Red Ramific	11
2.2	Red en Mall	12
2.3	Esquema de	13
2.4	Malla Eleme	18
3.1	Areas de In	26
4.1	Pantalla de	45

LISTADO DE CUADROS

Nº	Descripción	Página
3.1	Coeficientes de Fricción para Fórmula de Hazen y Williams .	29
3.2	Coeficientes de Fricción para Fórmula de Hazen y Williams .	33
7.1	Caudales de Diseño - Zona Sur - Chiclayo	100

LISTADO DE LAMINAS

Nº	Descripción	Página
L1	Chiclayo - Redes Matrices - Zona Sur	101
L2	Diagrama de Redes Matrices - Datos de Diseño al año 2000 .	105
L3	Caudales y Presiones - Resultados Finales al año 2000 . .	112

P R E S E N T A C I O N

En el año 1984, se presentó la oportunidad de poder desarrollar programas de computación, gracias a un amigo que me facilitó las computadoras de su centro de trabajo donde utilizaban como lenguaje de programación el FORTRAN. Lo primero que desarrolle fueron tablas para realizar cálculos de tuberías de alcantarillado, tirante de agua en vertederos, y pequeños programas.

Era una época en no se disponía fácilmente de una computadora, en la Universidad, hacia dos años se estaban utilizando los terminales -teclado y pantalla-, con esto se cambiaba de rumbo y se había entrado en la nueva era de la informática, la cual tendría una revolución en los años siguientes.

Siempre tenía presente realizar un programa que permita calcular las redes matrices de un sistema de distribución, y que este no presente mayor problema para el usuario. Esta oportunidad se presentó en el año mencionado, si bien el programa desarrollado modificaba automáticamente los diámetros en función de criterio de pérdida de carga y velocidad, no podía resolver el problema de ingreso de datos, debido a que el FORTRAN tiene un formato especial.

Posteriormente, con la aparición masiva de las computadoras personales, y de lenguajes de programación de alto nivel, y ver las bondades que ofrecían, surge la inquietud de realizar programas con similares características, cabe destacar que con estos lenguajes el ingreso de información es mucho mas simple.

La aparición de una serie de aplicaciones, como procesadores de texto, hojas de cálculo, con características muy especiales como menús desplegados con ayuda y otras bondades; me hacen pensar que es posible crear un programa con esas características, solo era cuestión de tiempo y dedicación.

En el año 1991 desarrolle la versión inicial de programa para cálculo de redes, el cual tenía una serie de problemas, sobre todo en la compilación; lo que obligo a un replanteo de la forma de programación. En el siguiente año desarrolle una versión mejorada la cual puse a disposición de los estudiantes con el nombre de NET V. 2.0.

La estructura base de NET V. 2.0, básicamente permitía realizar la verificación de las redes matrices y modificar los datos ingresados. Para introducir otros criterios de diseño, era necesario cambiar dicha estructura base logrando de esta manera un cambio sustancial en la versión 4.5 desarrollado entre 1994 y 1995, que presenta mejoras sustanciales.

El NET V. 4.5, es una herramienta de diseño, que se pone a consideración de estudiantes y profesionales, de fácil manejo para diseñar redes de distribución; el presente trabajo presenta los criterios considerados en su programación, un manual de usuario, y un ejemplo de aplicación practica.

CAPITULO I

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El sistema de abastecimiento público de agua es el conjunto de obras, equipos y servicios destinados al abastecimiento de agua potable de una localidad para fines de consumo doméstico, servicios públicos, consumo industrial y otros usos. Esa agua suministrada por el sistema deberá ser siempre, una cantidad suficiente y de la mejor calidad desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico.

1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA

Un sistema de abastecimiento público de agua esta conformado por los siguientes ~~componentes~~ **ETAPAS**

- Captación, toma de agua.
- Conducciones principales y secundarias de agua cruda y tratada.
- Planta de tratamiento.
- Almacenamiento en reservorios enterrados, apoyados y elevados.
- Línea de aducción.
- Redes de distribución.
- Estaciones de bombeo, cuando sean necesarias, de agua cruda y tratada.

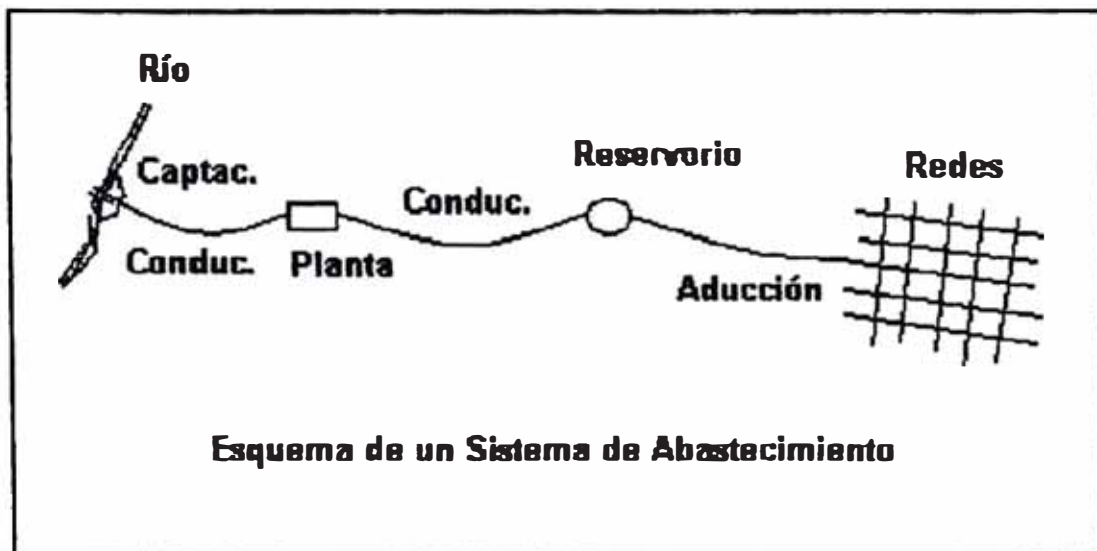


Figura N° 1.1

En la Figura N° 1.1, se muestra un típico sistema de abastecimiento de agua

público con los componentes de captación de agua superficial, conducción de agua cruda y tratada, planta de tratamiento, reservorio, aducción y redes de distribución.

1.3 FUENTES DE AGUA

Las fuentes de agua, de posible aprovechamiento para fines de abastecimiento público, pueden ser clasificados en dos grandes grupos:

- Fuente subterránea, se entiende por fuente subterránea a aquella cuya agua provenga del sub-suelo, pudiendo aflorar a la superficie (manantiales artesianos, manantiales de fisura, etc.), o ser aprovechados por medio de equipos de bombeo (pozos excavados, pozos profundos, y galerías de infiltración).
- Fuente superficial, está constituido por los arroyos, ríos, lagos, represas, etc., que como su nombre indica aflora a la superficie terrestre naturalmente.

Las aguas de tales fuentes deberán cumplir los requisitos mínimos en lo que respecta a la calidad de las mismas bajo el punto de vista físico, químico y bacteriológico; así como en lo que concierne a los aspectos cuantitativos, si la fuente es capaz de proveer a la comunidad por un período considerado razonable bajo el punto de vista técnico.

1.4 CAPTACION

En el análisis de las obras de captación deberá tenerse en cuenta la fuente a ser aprovechada en la implantación del sistema de abastecimiento de agua.

1.4.1 FUENTES SUBTERRANEAS

Las fuentes que afloran, como los manantiales normalmente tienen bajo rendimiento de caudal, las obras están constituidas básicamente de una cámara receptora, de la cual el agua deberá ser llevada a la estación de tratamiento, generalmente solamente desinfección, para su posterior distribución.

El aprovechamiento de agua subterránea con nivel freático sub-superficial, es hecho normalmente en los fondos de los valles o en las inmediaciones de las fuentes superficiales. Como el caso anterior el caudal es relativamente bajo. Tal aprovechamiento puede ser hecho mediante galerías de infiltración o la perforación de pozos excavados.

Las galerías de infiltración están compuestas de tubos perforados conectados entre sí y encargados de reunir el agua colectada en un

único punto de donde la misma es conducida para su aprovechamiento, después de una desinfección adecuada. Las galerías son cubiertas externamente con capas sucesivas de piedra seleccionada y arena; el área donde está ubicada deberá ser cuidadosamente protegida, a fin de evitar la contaminación.

Los pozos excavados, son pozos perforados verticalmente y por lo general revestidos mediante anillos de concreto o estructuras denominadas "caisson". El ingreso del agua del nivel freático al pozo es hecha a través de orificios abiertos en el revestimiento protector y por el fondo del pozo. Generalmente el agua del pozo es llevada por bombeo hasta puntos convenientemente determinados, para así proceder a su depuración y posterior distribución.

La extracción de agua cuando el nivel freático es profundo, se hace mediante la perforación de pozos tubulares profundos que debido a la gran variedad de tipos de terreno y de formaciones acuíferas, así como de los métodos constructivos empleados, se presentan con características constructivas que difieren bastante en cada caso.

La perforación de pozos tubulares profundos se recomienda cuando se compruebe el potencial de la capa acuífera en la zona de perforación o en sus inmediaciones, mediante un estudio hidrogeológico, y cuando ese potencial satisfaga la demanda de agua prevista para la localidad que va a ser atendida. Evidentemente para atender esa demanda podrán ser perforados dos o más pozos.

Los pozos tubulares profundos son por lo general revestidos internamente con tubos de acero a fin de evitar la entrada de agua indeseable y de no permitir el desmoronamiento de capas inestables de terreno que fueron atravesadas en la perforación.

1.4.2 FUENTES SUPERFICIALES

Las fuentes superficiales están constituidas por arroyos, ríos, lagos y depósitos artificialmente creados para garantizar un volumen de agua para fines de abastecimiento público, pasan a ser parte de la captación del sistema.

Para el proyecto de captación deben ser examinados cuidadosamente todos los datos y elementos que guarden relación con las características cuantitativas de los mismos, tales como:

- Datos hidrológicos de la cuenca en estudio, o de cuencas próximas.
- Datos fluviométricos del curso de agua que se va a aprovechar.
- Características físicas, químicas y bacteriológicas del agua.

El diseño de la obra de captación deberá estar precedida de un

minucioso análisis de las condiciones locales de la zona de captación en relación con las obras que se proyecten, teniendo en cuenta la eventual expropiación, bombeo de las aguas mediante la construcción de estaciones de bombeo y la disponibilidad de energía eléctrica, etc.

Los elementos considerados en captaciones de aguas superficiales son:

- Represas de acumulación o derivaciones cuando sea necesario.
- Dispositivo de toma debidamente protegido para impedir el ingreso de materias en suspensión.
- Mecanismo de control de la entrada de agua.
- Tuberías y accesorios.
- Equipamiento, cuando sea necesario.
- Caseta de bombeo, cuando sea necesario.

En el caso particular de lagos y ríos de gran profundidad, donde se verifican pronunciadas oscilaciones del nivel de agua, se recomienda la construcción de estructuras denominadas "caisson" en el curso de agua o en las proximidades del margen, dentro de las cuales se instalan bombas de eje vertical, ya que los motores y el equipo eléctrico de comando y control quedan alojados en la parte superior de la estructura, arriba del nivel de creciente máxima. Otra alternativa es utilizar balsas cautivas.

1.5 CONDUCCION

Las tuberías destinadas a conducir agua entre las unidades de un sistema público de abastecimiento que conectan la captación y toma de agua a la planta de tratamiento y ésta a los tanques de almacenamiento de un mismo sistema, se conoce como líneas de conducción principal.

En el caso de que existan derivaciones de una línea de conducción principal destinadas a conducir agua hasta otros puntos del sistema, se denominan líneas de conducción secundaria. También se llama así a aquellas que conducen agua de un depósito de distribución a otro.

Las líneas de conducción son componentes importantes de un sistema de abastecimiento de agua y se deben tomar cuidados especiales en la elaboración del proyecto respectivo para el diseño de las obras. Se recomienda un análisis exhaustivo de su trazado en planta y perfil a fin de verificar la correcta colocación de accesorios (válvulas de aire, válvulas de purga, válvulas check o de retención, válvulas de compuerta), así como el anclaje en los puntos donde se registren esfuerzos que puedan causar el desplazamiento de las piezas, como en las curvas.

En función de la naturaleza del agua conducida, las líneas de conducción pueden ser denominadas líneas de agua cruda y agua tratada. Teniendo en

consideración la energía utilizada para el movimiento del agua, las líneas de conducción puede ser por gravedad, de bombeo, y la combinación de ambas.

Los materiales normalmente empleados en las líneas de conducción son fierro fundido con o sin revestimiento interno, fierro dulce, acero soldado, concreto armado simple, concreto armado pretensado, asbesto cemento, plástico, etc.

1.6 TRATAMIENTO

Un sistema de abastecimiento de agua deberá proveer a la localidad servida agua de buena calidad bajo el punto de vista físico, químico y bacteriológico. Para ello y en función de las características cualitativas del agua proveniente de las fuentes, se procede al tratamiento del agua en instalaciones denominadas plantas de tratamiento. El análisis químico y los exámenes físico y bacteriológico del agua de las fuentes abastecedoras hecha con frecuencia deseable, determinará o no la necesidad de someter esa agua a procesos correctivos a fin de garantizar la buena calidad y la seguridad.

El tratamiento del agua deberá efectuarse cuando su necesidad sea efectivamente comprobada, siempre que la purificación sea indispensable y deberá comprender apenas los procesos imprescindibles a la obtención de la calidad deseada para fines de abastecimiento público.

Es importante resaltar que la necesidad de tratamiento y los procesos exigidos deberán ser determinados en función de las normas de calidad de agua locales o internacionales aceptados para agua de abastecimiento público y con base en resultados representativos de exámenes y análisis que cubran un período razonable de tiempo, pues las características cualitativas y cuantitativas de las fuentes pueden variar sensiblemente en el transcurso del año, sobre todo las aguas provenientes de fuentes superficiales.

1.6.1 COAGULACION

Es el proceso a través del cual los coagulantes son añadidos al agua, reduciendo las fuerzas que tienden a mantener separadas las partículas en suspensión.

Las principales sustancias con propiedades coagulantes utilizadas en el tratamiento de las aguas son: el sulfato de aluminio, cloruro férrico, sulfato ferroso y férrico y el clorosulfato férrico. También se ha introducido el uso de polímeros orgánicos sintéticos para tratar el agua, empleándose polímeros no iónicos, polielectrolitos aniónicos y polielectrolitos catiónicos; los cuales pueden utilizarse como coagulantes primarios o como ayudantes de coagulación.

La mezcla rápida es el aspecto físico de la coagulación, el conjunto de

características externas que debe reunir la unidad para que la coagulación se dé en óptimas condiciones y se lleven a cabo las reacciones químicas necesarias.

Las unidades normalmente utilizadas para producir la mezcla rápida, dependiendo de la energía que se emplea para la agitación, se clasifican en dos grupos: hidráulicos y mecánicos.

Los mezcladores hidráulicos más empleados son el resalto hidráulico, y los mezcladores en línea. Los mezcladores mecánicos más conocidos son el retromezclador y el mezclador en línea mecanizada.

1.6.2 FLOCULACION

La floculación es la agitación de la masa de agua coagulada, para promover el crecimiento del microfóculo recién formado, hasta alcanzar el tamaño y peso necesarios para su posterior remoción mediante la sedimentación.

Los principales procesos que influyen en la eficiencia de este proceso son la naturaleza del agua, las variaciones de caudal, la intensidad de agitación, y el tiempo de floculación y el número de compartimientos.

Las unidades de floculación, teniendo en cuenta el modo como se realiza la aglomeración de las partículas, se pueden clasificar en floculadores de contacto de sólidos y de potencia.

Los floculadores de contacto de sólidos o de manto de lodos son controlados por la concentración de sólidos, estas unidades pueden ser a su vez hidráulicas o mecánicas.

En los floculadores de potencia, las partículas son arrastradas por el flujo de agua a través del tanque de floculación, y se pueden clasificar en hidráulicos y mecánicos. Los hidráulicos pueden ser de pantallas de flujo vertical u horizontal, tipo Cox y Alabama, helicoidal y de medio poroso. Los mecánicos puede ser de paletas de eje vertical u horizontal, de turbina y alternativos.

1.6.3 SEDIMENTACION

Se entiende por sedimentación a la remoción, por efecto de la gravedad, de las partículas en suspensión en un fluido, y que tengan peso específico mayor que el fluido.

Aumentando o disminuyendo la velocidad de flujo de las aguas, se reducen los efectos de turbulencia, provocándose la deposición de tales partículas. Esto se consigue en unidades donde se trata de

evitar al máximo la turbulencia, denominándose a los mismos decantadores o sedimentadores.

En el tratamiento de agua, la sedimentación se emplea con las siguientes finalidades:

- Remoción de arena.
- Remoción de partículas sedimentables finas, sin coagulación.
- Remoción de flóculos, decantación después de coagulación.

La clasificación más recomendable para este tipo de unidades es: sedimentadores o decantadores estáticos, decantadores dinámicos y decantadores laminares.

En las unidades estáticas puede producirse sedimentación o decantación, normalmente con caída libre, en regímenes laminar, turbulento o de transición. Los tipos específicos de estas unidades son el desarenador, unidades de flujo horizontal, unidades de flujo vertical y unidades de flujo helicoidal.

Las unidades dinámicas requieren de una alta concentración de partículas (manto de lodos), o incrementar sus posibilidades de contacto. Los tipos más principales de estas unidades son las unidades de manto de lodos con suspensión hidráulica y con suspensión mecánica.

Las unidades laminares logran una alta eficiencia por tener compartimientos de escasa profundidad, obteniendo un sedimentador más pequeño con la misma velocidad de sedimentación pero con una carga superficial aparente mucho mayor. Los tipos de decantadores son de flujo horizontal y de flujo inclinado.

1.6.4 FILTRACION

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. El material poroso comúnmente empleado como medio filtrante es la arena, pero también se utiliza con éxito otros materiales, entre ellos la antracita y el granate.

En los sistemas de abastecimiento de agua se emplea dos tipos principales de filtros: lentos y rápidos.

Los filtros lentos, generalmente empleado para pequeñas localidades, se utiliza en los casos en que el agua cruda presenta poca turbiedad y bajo color. La capa filtrante esta constituida de arena más fina y la velocidad con que el agua atraviesa la capa filtrante es relativamente baja.

Los filtros rápidos difieren de los filtros lentos no sólo por la velocidad de filtración, sino también en su construcción y modo de operación. Los filtros rápidos reciben generalmente agua tratada químicamente, y pueden funcionar por gravedad (en recipientes abiertos), que son los más utilizados en los sistemas de abastecimiento, o por presión (en recipientes cerrados).

Los filtros que funcionan por gravedad pueden ser de flujo vertical ascendente, descendente, ascendente-descendente; con tasa de filtración constante o declinante.

También se puede utilizar la filtración directa, para ciertas características del agua cruda.

1.6.5 DESINFECCION

La desinfección tiene por finalidad destruir los microorganismos patógenos presentes en el agua (bacterias, protozoarios, virus y parásitos). Es necesaria porque no es posible asegurar la remoción total de los microorganismos por los procesos físico-químicos, usualmente utilizados en el tratamiento de agua.

Los productos normalmente utilizados para la desinfección del agua para abastecimiento público son:

- Cloro, gas o líquido.
- Hipoclorito de calcio, $(Cl O)_2Ca$, comercialmente en polvo.
- Hipoclorito de sodio, $Cl O Ca$, comercialmente en solución.

Para la aplicación de estos productos al agua son utilizados normalmente dosificadores de acuerdo al producto que se va a utilizar; cloradores e hipocloradores. La aplicación se realiza en cámaras de contacto que tienen por finalidad promover el tiempo de contacto necesario para permitir la acción bactericida del cloro con un máximo de eficiencia.

1.7 ALMACENAMIENTO

Son unidades destinadas a compensar las variaciones horarias de caudal y garantizar la alimentación de la red de distribución en casos de emergencia, proveyendo el agua necesaria al mantenimiento de presiones en la red.

Dependiendo de su configuración y de su posición con relación a la red, pueden ser clasificados en: enterrados, semi-enterrados o apoyados, y elevados.

Los almacenamientos son diseñados para satisfacer las siguientes

condiciones:

- Compensar las variaciones de consumo.
- Asegurar una reserva de agua para combatir incendios.
- Mantener una reserva para atender emergencias.
- Mantenimiento de presiones en la red de distribución.
- Fijar las condiciones de operación de los equipos de bombeo.

Para la primera condición, el cálculo del volumen necesario se realiza en función de la curva masa. Para la segunda, se asume un volumen necesario para combatir los incendios, generalmente definido por los reglamentos de diseño. En relación a las emergencias, dependerá mucho de las condiciones locales y del criterio del proyectista.

El reservorio ubicado en una cota determinada, asegura presiones adecuadas al sistema de distribución, y define las condiciones de trabajo del equipo de bombeo, sobre todo en lo que respecta a la altura dinámica.

1.8 LINEA DE ADUCCION

Es la tubería destinada a conducir agua entre el reservorio y la red de distribución. Para el diseño deben tenerse en cuenta los mismos criterios que se aplican para las líneas de conducción.

1.9 RED DE DISTRIBUCION

Es la unidad del sistema que conduce el agua a los lugares de consumo (viviendas, industrias, edificios, etc.). Es constituida por un conjunto de tuberías y piezas especiales dispuestas convenientemente a fin de garantizar el abastecimiento de las unidades componentes de la localidad abastecida.

Las tuberías que forman la red de distribución pueden ser clasificadas en redes principales o matrices y redes secundarias o de relleno.

Las tuberías matrices son aquellas de mayor diámetro, responsables por la alimentación de los conductos secundarios. Las tuberías de relleno son de menor diámetro, encargadas del abastecimiento directo a las viviendas atendidas por el sistema.

C A P I T U L O I I

SISTEMA DE DISTRIBUCION

2.1 GENERALIDADES

El sistema de distribución comprende el conjunto de reservorios, equipos de bombeo, red de distribución, válvulas, grifos contra incendio y demás implementos destinados a la entrega del agua a los consumidores. Los servicios públicos y privados se alimentan a través de conexiones domiciliarias instalados sobre la red.

La distribución debe asegurar un servicio continuo. para lo cual las tuberías deben estar siempre llenas y la presión debe ser suficiente para permitir alimentar en cada momento y en cada sitio los elementos más elevados de las viviendas.

El servicio intermitente que mantiene las tuberías a una presión baja pero suficiente para evitar su vaciado, se utiliza por razones de economía o restricciones del servicio. Este servicio presenta graves inconvenientes desde el punto de vista de seguridad de la calidad de agua, porque puede ocurrir introducción de aguas servidas en las redes de agua potable.

En cierto número de grandes ciudades, se ha establecido una doble red de alimentación. Una primera red de agua potable de alta presión, se reserva para el consumo privado y para el servicio de incendios, se utiliza con prioridad las aguas naturalmente puras, recurriendo en casos especiales a las aguas tratadas. Una segunda red de agua no potable a baja presión se emplea en los servicios públicos.

A pesar de la economía de explotación que puede resultar, este doble sistema de distribución no es recomendable. El peligro de confusión entre las dos redes es un gran inconveniente, debe tomarse las precauciones para evitar este riesgo y para impedir toda posibilidad de comunicación entre las dos redes.

En ciertas grandes ciudades se han creado varias zonas de servicio por separado. La importancia de los caudales a suministrar, las divisiones administrativas, el incremento de los perímetros a servir, entre otras cosas, han justificado esta disposición.

Es necesario mencionar el caso de redes escalonadas que pueden justificarse por la topografía y la disposición de las ciudades. Esto se conoce como zonas de presión, y cada zona se alimenta de reservorios colocados a cotas diferentes.

El esquema de conjunto de una red escalonada debe definirse después de

un estudio económico que compare las diferentes soluciones posibles. Este estudio económico debe tener en cuenta los gastos de instalación y de operación así como las características técnicas que resulten de las alternativas examinadas.

Si cada zona de presión sólo puede disponer de una alimentación propia, el agua será generalmente elevada sucesivamente de una zona de presión a otra superior. A veces una misma impulsión alimentará alternativamente dos zonas de presión, gracias a un dispositivo con compuertas; las bombas deben presentar características apropiadas.

2.2 SISTEMA DE LAS REDES

El conjunto de tuberías que distribuyen el agua en una localidad, y que se colocan en las calles de ella, pueden estar dispuestas en diversas formas en relación con sus empalmes, o sea con los puntos por donde reciben el agua; pero en general se pueden agrupar en las siguientes:

- Sistema ramificado.
- Sistema cerrado o malla.

En la Figura N° 2.1, se muestra una red ramificada. Este nombre viene del hecho de que la red está constituida por ramificaciones sucesivas establecidas a partir de la conducción principal.

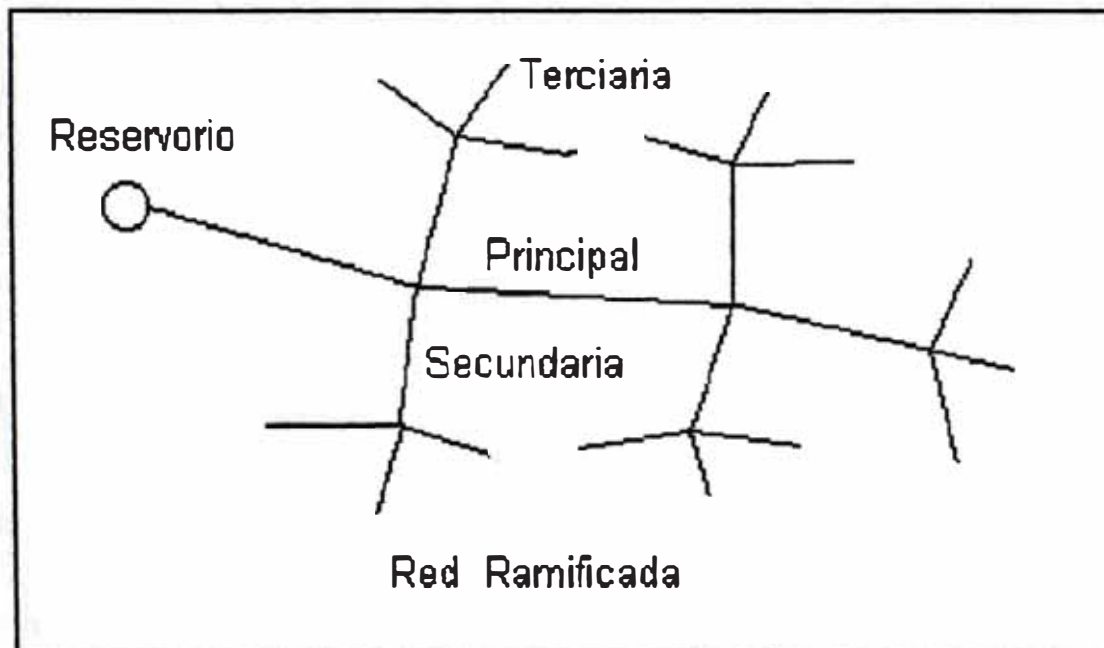


Figura N° 2.1

La tubería primaria se divide en tuberías secundarias y estas tuberías se

dividen, a su vez, en tuberías terciarias.

En estas redes, la circulación el agua se efectúa constantemente en el mismo sentido, a partir del depósito hacia los extremos de las tuberías. Presentan un grave defecto, el cierre en un punto cualquiera de la red ocasiona la interrupción del servicio de todas las tuberías situadas aguas abajo.

En la Figura N° 2.2, la red mostrada corresponde a una red en malla, la cual soluciona los problemas que pueden presentarse al dejar fuera de servicio una tubería; toda la parte situada aguas abajo de dicha tubería continuará alimentándose en sentido inverso, por intermedio de las otras tuberías que forman la malla.

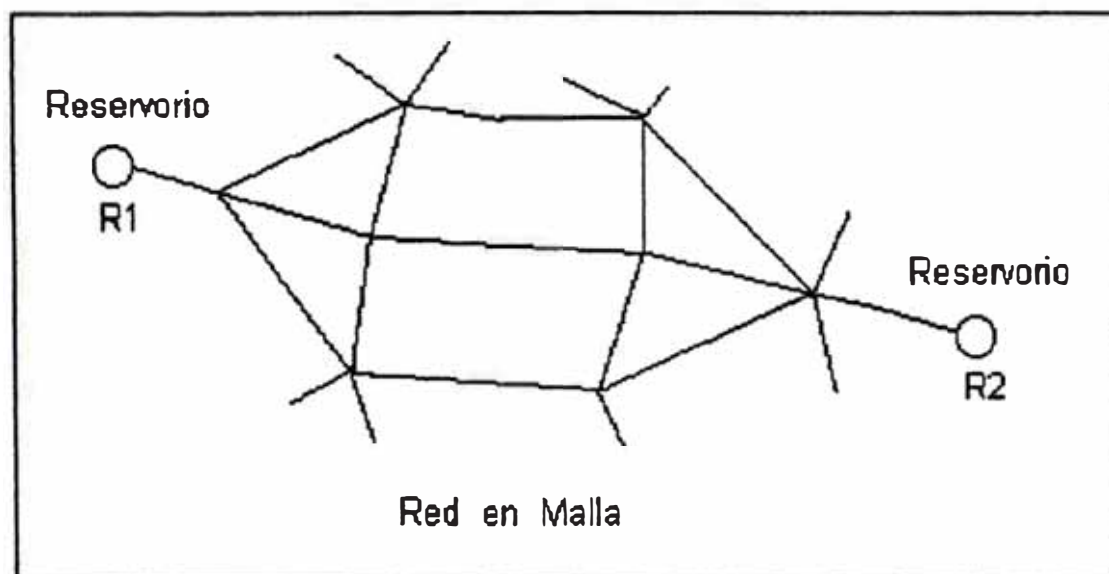


Figura N° 2.2

Otra ventaja de la red en malla resulta del hecho de que el agua puede circular en las conducciones en uno y otro sentido, según las variaciones de la presión, reduciéndose de este modo, los sedimentos formados por el agua.

En la Figura N° 2.2, la red en malla presenta un reservorio principal R1 y un reservorio secundario R2. Este sistema es interesante cuando la carga disponible de R2 para abastecer a las inmediaciones de R2 es pequeña. Sin este reservorio secundario se podría pensar que el servicio en la región extrema fuese defectuoso durante los períodos de fuerte consumo, ya que las pérdidas de carga son importantes, pero en esos momentos el reservorio R2 contribuye al abastecimiento en dicha zona, logrando de esta forma un buen servicio.

El reservorio R2, cuya capacidad de almacenamiento es más pequeña que la de R1, se coloca a un nivel inferior al de éste. El llenado de R2 se produce en las horas de mínimo consumo, que generalmente ocurre durante las noches.

A la forma de operar del reservorio R2 se le denomina como reservorio flotante, que si bien el cálculo hidráulico asegura un funcionamiento eficiente, en la práctica en nuestro medio no ha dado los resultados esperados, básicamente por una elevada pérdidas de agua en las redes.

A veces, la topografía y la disposición de una localidad necesitan un sistema de distribución con zonas de presión, que lleve a varios reservorios depósitos colocados a distintas cotas.

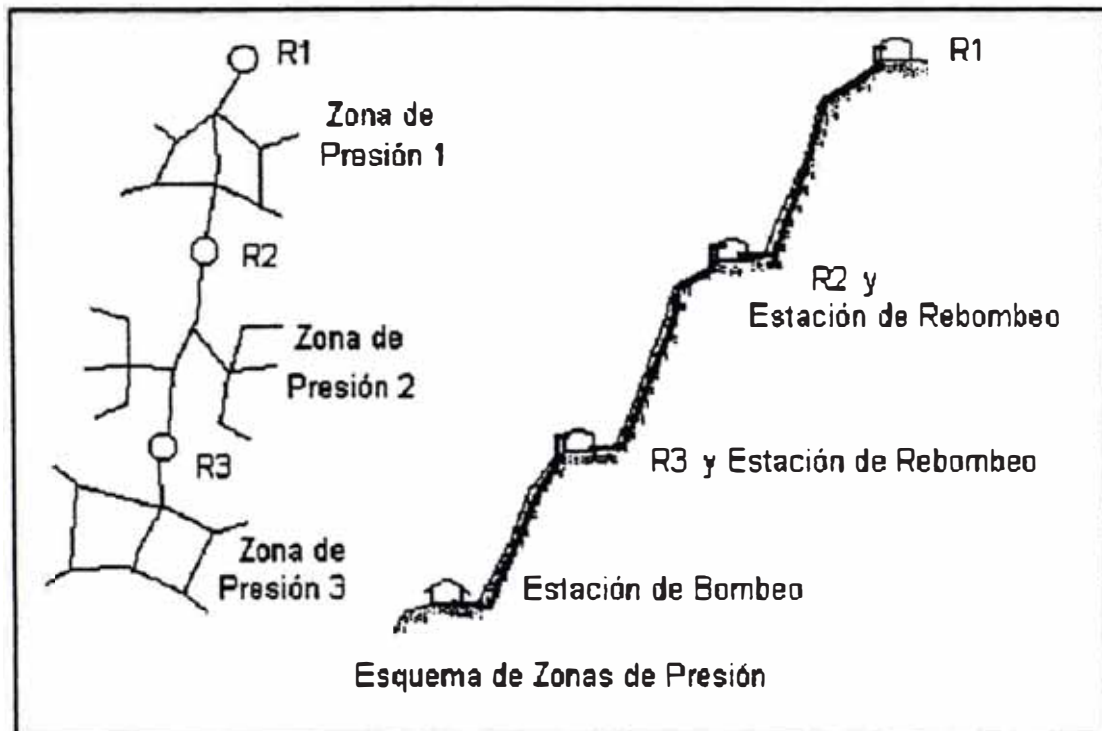


Figura N° 2.3

La Figura N° 2.3, ilustra un sistema de abastecimiento con tres zonas de presión; en este caso, el agua es impulsada sucesivamente de cada zona de presión a la zona superior. Algunas veces, una misma tubería de impulsión alimenta alternativamente diferentes reservorios, gracias a la instalación de controles a distancia; pero deben existir siempre entre los diferentes niveles interconexiones que permitan, eventualmente, alimentar por gravedad las redes de la zona inferior.

En la práctica, y sobre todo en las poblaciones grandes, los dos sistemas de redes se utilizan conjuntamente, de acuerdo con el trazado urbano de la localidad, la importancia de sus zonas, su futura expansión, etc.

2.3 METODOS DE CALCULO

Al comenzar el cálculo, ya se dispone del esquema de la red con los gastos

exteriores en cada nudo. El problema que se plantea es, que caminos se deberán seguir para distribuir en forma adecuada los diferentes gastos, bajo ciertas condiciones de presión, teniendo en cuenta al mismo tiempo, el aspecto económico.

El mayor problema estriba en el diseño de la red como mallas cerradas, siendo estas las que generalmente se emplean, su cálculo da lugar a un problema indeterminado de grado igual al número de lados que forman la red de mallas cerradas. Las redes formadas por ramales abiertos, son las de localidades alargadas y su cálculo es sencillo.

Los métodos que más se recomiendan para el diseño de redes, se explican a continuación.

2.3.1 RAMAL DEL MINIMO COSTO O METODO DE MANNES-LUEGER

Este método en forma general plantea, que la ecuación de costo de un ramal esta dado por la siguiente expresión:

$$C_t = f(D) = \alpha \sum D_i^v L_i$$

La ecuación de la pérdida de carga es:

$$hf = F(D) = \sum \lambda_i Q_i^2 L_i D_i^{-5}$$

La ecuación de máximo o mínimo costo es:

$$f'(D) + F'(D) = 0$$

Se demuestra que se tiene un mínimo costos cuando:

$$hf = K \sum Q_i^{2v/(v+5)} L_i$$

Y las pérdidas de carga económicas en cada tramo son:

$$hf_i = \frac{Q_i^{2v/(v+5)} L_i}{\sum Q_i^{2v/(v+5)} L_i} hf$$

siendo:

- C_t : Costo del ramal
- α : Coeficiente de costo
- D : Diámetro de las tuberías
- v : Exponente del diámetro para el costo de las tuberías
- L_i : Longitud de las tuberías que forman el ramal
- hf : Pérdida de carga entre los extremos del ramal
- Q_i : Gasto de cada tramo del ramal

2.3.2 METODO DE LA PENDIENTE UNIFORME

Este método, consiste simplemente en calcular los diámetros de los diferentes tramos del ramal, con la pendiente hidráulica, que resulta de dividir la pérdida de carga total H, entre la longitud total L, del ramal.

La pendiente será:

$$S = H / \sum L_i$$

2.3.3 ECUACION GENERAL DE LA LINEA DE CARGA DE UN RAMAL

Sea un ramal formado por varios tramos y con diversos caudales, se pueden adoptar infinitas líneas de carga, por encima y por debajo de la línea de la pendiente uniforme, siendo la ecuación general de las pérdidas de carga parciales:

$$hf_i = \frac{Q_i^{2V/(V+5)} L_i}{\sum Q_i^{2V/(V+5)} L_i} hf$$

Y el diámetro económico:

$$D_i = (\lambda L_i / H)^{1/5} (\sum Q_i^Z)^{1/5} Q_i^{(2-Z)/5}$$

La ecuación de costo de un ramal sería:

$$C_i = \alpha L_i \sum (\lambda L_i / H)^{1/5} (\sum Q_i^Z)^{1/5} Q_i^{(2-Z)/5}$$

2.3.4 METODO DE TUBERIAS EQUIVALENTES

Este método consiste en reemplazar un sistema complejo de tuberías de longitudes que pueden ser distintas y de diferentes diámetros por una sola línea hidráulicamente equivalente, cuyos elementos hidráulicos permitan que pueda sustituir a las otras.

Este método no puede ser aplicado directamente a sistemas con tuberías de cruces o salidas. Sin embargo, es posible con frecuencia, mediante una estructuración racional de la red, obtener información eficiente sobre la cantidad y presión del agua disponible en los puntos importantes, o reducir el número de circuitos para ser considerados; reduciendo el sistema a uno más operable.

El método de las tuberías equivalentes emplea dos axiomas hidráulicos: que las pérdidas de carga a través de tuberías en serie son aditivos, y que los caudales en las tuberías en paralelo deben ser distribuidos en tal forma que las pérdidas de carga sean idénticas.

$$C_t = \alpha \sum D_i^V L_i$$

$$hf = \sum \lambda_i Q_i^2 L_i D_i^{-5}$$

De donde:

$$Q = \sum Q_i$$

Se deduce:

$$\sum C_i^{5/2V} = Q / K_i$$

El máximo de la suma de los costos de las tuberías, se tiene cuando el gasto Q , se conduce por una sola tubería de costo P_1 . Si son dos, tres o más tuberías paralelas, el máximo se tiene cuando son de diámetros iguales o de costos iguales.

Se tiene el mínimo, cuando por una tubería se conduce el mayor gasto posible, siendo las otras tuberías paralelas menos importantes.

2.4 METODO DE HARDY CROSS

Hardy Cross presentó su método en la publicación "Analysis of Flow in Networks of Conduits or Conductors", en 1936. El método expuesto fue trasladado por él del análisis estructural al análisis hidráulico.

El método de Hardy Cross, llamado también de convergencias, es un proceso de tanteos directos, los ajustes hechos sobre los valores previamente adoptados son calculados y por lo tanto, controlados. En estas condiciones, la convergencia de los errores es rápida, obteniéndose casi siempre una precisión satisfactoria en los resultados, después de pocos tanteos.

Para su aplicación al estudio de las grandes redes, siempre que hubiere conveniencia, las ciudades podrán ser divididas en sectores. Además, pueden reducirse las redes hidráulicas a sus elementos principales, una vez que las cañerías secundarias resultan de la imposición de ciertas condiciones mínimas (diámetro, velocidad o pérdida de carga).

2.4.1 FORMULAS HIRAUICAS

La fórmula general que se emplean tienen la forma:

$$hf = K Q^n$$

Donde:

hf : Pérdida de carga

- Q** : Caudal de la tubería
- K** : Coeficiente para cada fórmula
- n** : Exponente para cada fórmula

La fórmula que generalmente se emplea en nuestro medio es la de Hazen y Willams, propuesta en 1905, tiene la siguiente expresión general:

$$V = 0.355 C D^{0.83} S^{0.54}$$

donde:

- V** : Velocidad media en la tubería en metros/segundo
- C** : Coeficiente de rugosidad de la tubería
- D** : Diámetro de la tubería en metros
- S** : Pérdida de carga unitaria en metros/metros

Una forma más conocida es la siguiente:

$$Q = 0.01771 C S^{0.54} D^{2.83}$$

donde:

- Q** : Caudal en litros/segundo
- C** : Coeficiente de rugosidad de la tubería
- S** : Gradiente hidráulica en metros/metros
- D** : Diámetro de la tubería en pulgadas

Despejando la pérdida de carga en función del caudal, se tiene:

$$hf = \frac{1741 L}{C^{1.85} D^{4.87}} Q^{1.85}$$

Siendo C, L y D constantes para el mismo tramo de tubería en la red, se pueden reemplazar sus valores por un coeficiente K:

$$K = \frac{1741 L}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Resultando la expresión:

$$hf = K Q^{1.85}$$

Se observa que el exponente n en esta fórmula es igual a 1/0.54, en otras fórmulas varía, como en la de Darcy que es igual a 1/0.5; pero en general se acepta que la pérdida de carga varía directamente con la potencia del caudal, siendo n la inversa del valor exponencial.

2.4.2 FUNDAMENTO DEL METODO

Para explicar el método se debe tener en cuenta el cálculo de una malla elemental con dos tramos, como la indicada en la Figura N° 2.4.

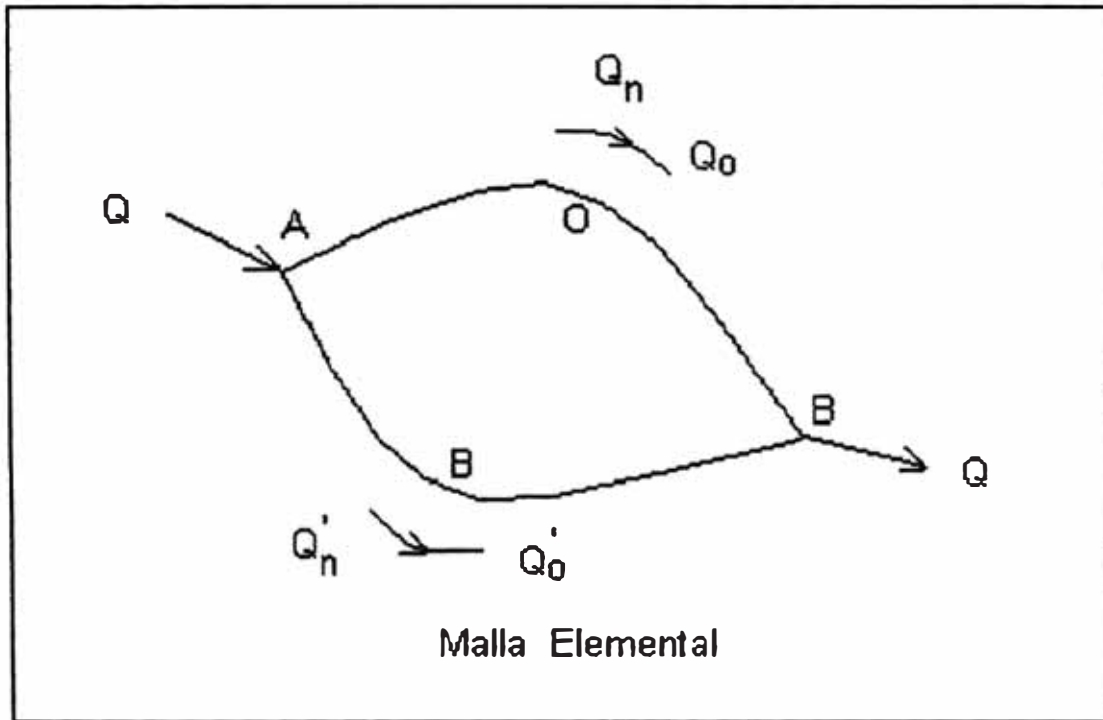


Figura N° 2.4

En la malla elemental se debe verificar que el caudal Q de entrada del agua, sea igual al caudal Q de la salida, de tal manera que la suma de los caudales de cada uno de los dos ramales sea igual al caudal total.

Si llamamos Q_n y Q'_n los caudales obtenidos después de n aproximaciones, denominando Q_0 y Q'_0 a los valores supuestos al iniciar el cálculo, en los tramos AOB y APB, respectivamente; en todos los casos se cumplirá que:

$$Q_0 + Q'_0 = Q_1 + Q'_1 = Q_n + Q'_n = Q$$

Si los valores asumidos no son los verdaderos, entonces debemos introducir la corrección que llamaremos Δ_0 . Como no existen sino dos tramos, las correcciones con el objeto de que se mantenga constante el caudal, serán iguales y de sentido contrario; considerando la siguiente convención para el sentido horario será $+\Delta_0$ y para el sentido antihorario será $-\Delta_0$, luego:

$$Q_1 = Q_0 + \Delta_0$$

$$Q'_1 = Q'_0 - \Delta_0$$

Sumando:

$$Q_1 + Q'_1 = Q_0 + Q'_0 = Q$$

2.4.3 DETERMINACION DE LA CORRECCION

La segunda condición que tiene que reunir el circuito propuesto es que la pérdida de carga del tramo AOB debe resultar igual al tramo APB; es decir que llamando h_0 y h'_0 , respectivamente, a esas pérdidas de carga correspondientes a los gastos Q_0 y Q'_0 se tendría antes de la corrección que:

$$h_0 - h'_0 = \pm 0$$

siendo la condición para determinar Δ_0 que las nuevas pérdidas de carga sean iguales, ó sea:

$$h_0 - h'_0 = 0$$

Para resolver la ecuación anterior, reemplazamos en ella los valores correspondientes a las pérdidas de carga, obtenidas por la aplicación de la fórmula general, y según estas tenemos:

$$K Q_1^n - K' Q'_1^n = 0$$

siendo K y K' las constantes para cada tramo (función de los valores de C, L, y D).

Pero debemos poner Q_1 y Q'_1 en función de Q_0 , que es el valor supuesto, ó sea:

$$K (Q_0 + \Delta_0)^n - K' (Q'_0 - \Delta_0)^n = 0$$

Podemos desarrollar estos binomios; pero como sus términos resultan cada vez de menor magnitud, solo se usarán hasta el segundo término, en el desarrollo; se tendrá:

$$K Q_0^n + K n Q_0^{n-1} \Delta_0 - K Q'_0^n + K n Q'_0^{n-1} \Delta_0 = 0$$

y considerando la formula general de la pérdida de carga, se tiene:

$$h_0 + n h_0 Q_0^{-1} \Delta_0 - h'_0 + n h'_0 Q'_0^{-1} \Delta_0 = 0$$

de donde su puede despejar el valor de la corrección, obteniéndose:

$$\Delta_0 = - \frac{h_0 - h'_0}{n (h_0 / Q_0 + h'_0 / Q'_0)}$$

Se observa que en la fórmula general para el cálculo de la corrección, el numerador está constituido por la suma de las pérdidas de carga en cada tramo, de manera que con la convención de signos adoptada, tenemos en el numerador la suma algebraica de las pérdidas de carga con su propio signo.

Dándoles a Q y a h, los signos que les corresponde de acuerdo a la convención adoptada, la cantidad entre paréntesis del denominador será siempre positiva.

El valor de n es la inversa de la exponencial de la pérdida de carga, que para la fórmula de Hazen y Williams es 1.85.

2.4.4 GENERALIZACION DE LA FORMULA DE CORRECCION

Si en la expresión obtenida para Δ_0 , consideramos que la malla está formada por una serie de entradas y salidas, y considerando la convención de signos adoptada, podemos definir:

$$\Delta = - \frac{\sum h}{n \sum h / Q}$$

Luego para obtener Δ bastará determinar h y h/Q, teniendo en cuenta que h/Q va a ser positivo.

2.4.5 LEYES DE EQUILIBRIO

Para la aplicación del método a una malla vamos a citar las leyes que gobiernan las descargas y las pérdidas de carga en las mallas, las cuales son dos y análogas a las leyes de Kirchoff para los circuitos eléctricos.

2.4.5.1 LEY DE LOS GASTOS

En una malla cualquiera, si se corta la red por una línea arbitraria y separamos las partes, se debe verificar la circunstancia que la suma de los gastos que ingresan en ella, debe ser igual a la suma de los gastos que salen de la parte separada.

2.4.5.2 LEY DE LAS PERDIDAS DE CARGA

Entre dos extremos cualesquiera de la red, la suma de las pérdidas de carga siguiendo cualquiera de los caminos dentro

del sistema establecido para la circulación del agua es una cantidad constante.

2.4.5.3 COROLARIO DE LAS DOS LEYES

Como corolario de estas leyes vamos a deducir una que sirve para simplificar los cálculos y que ya hemos aplicado en el sistema de tubos equivalentes.

En una misma red, los porcentajes de descarga para cualquiera de sus tramos se mantienen constantes. Esto quiere decir que si la entrada del agua se aumenta en un cierto porcentaje, el volumen de agua que pasa por un tramo queda aumentado en el mismo porcentaje.

C A P I T U L O I I I

PROYECTO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION

3.1 INFORMACION BASICA

Para la elaboración del proyecto de un sistema de abastecimiento de agua potable, y en particular del sistema de distribución o de las redes matrices, deberán ser reunidos una serie de datos y elementos básicos que permitan un perfecto diagnóstico de la localidad que va a ser abastecida.

3.1.1 ASPECTOS URBANISTICOS Y DE LOS SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA

- Proyecto de desarrollo urbano (zonificación o usos del suelo), realizado por la municipalidad de la localidad u otra institución, el mismo debe replantearse a fin de verificar lo propuesto por el proyecto.
- De no existir planos reguladores, debe definirse en coordinación con la municipalidad las áreas futuras de expansión a considerarse para el proyecto de agua potable.
- Identificar las zonas destinadas al uso residencial, comercial, industrial, recreación, salud, educación y otros; asimismo, en función del grado de ocupación y equipamiento, definir las áreas consolidadas, en proceso de consolidación e incipientes. Lo último permitirá definir las densidades poblacionales a considerar para el proyecto.
- Información sobre las normas y reglamentos para construcción en la localidad a ser abastecida.
- Reconocimiento local de las áreas edificadas, clasificación cuantitativa y cualitativa de las construcciones existentes, y la tendencia de construcción en la localidad.
- Catastro de los sistemas de agua, alcantarillado, energía eléctrica, teléfono, etc., existentes y proyectados, cuyas obras puedan eventualmente interferir con el proyecto del sistema de distribución.
- Facilidades existentes contra incendios.
- Tipo predominante de pavimento, sobre todo en las zonas que no cuentan con el servicio de agua y en las zonas de expansión, y aceras existente.

3.1.2 ASPECTOS FISICOS

- Mapas, planos aerofotográficos y topográficos de las áreas existentes. Levantamientos topográficos, a una escala conveniente, de las áreas a considerarse en el proyecto.
- Compilación de planos catastrales o semicatastrales.
- Reconocimiento geológico de la superficie, características geológicas y geotécnicas del suelo. Permitirá definir el tipo de cimentación a emplearse para las estructuras y el método de construcción de las redes en las zanjas, también para realizar el presupuesto.
- Datos referentes a recursos hídricos superficial y subterráneos, nivel freático, hidrogeología, clima, vegetación, etc.
- Datos sobre la disponibilidad de recursos locales de materiales y mano de obra para construcción civil, así como información sobre el costo de los mismos.

3.1.3 SISTEMA DE DISTRIBUCION EXISTENTE

- Recolección de planos del sistema de distribución existente, reservorio, línea de aducción y redes matrices y de relleno; definiendo su ubicación, dimensionamiento y características de las diferentes estructuras, con indicación de niveles, cotas y perfiles.
- Replanteo del sistema existente, sobre todo en el trazo y diámetro de las tuberías consideradas como matrices, y estado de conservación de las mismas, para lo cual, de ser posible, debe determinarse el valor del coeficiente de rugosidad de la tubería.
- Información sobre el área, población servida, conexiones domiciliarias en todas sus categorías, medidores instalados y operativos, datos sobre el consumo de agua, población servida con piletas públicas, etc.
- Datos sobre la organización, operación y mantenimiento del servicio existente y problemas que frecuentemente se presentan.
- Sistema tarifario vigente.

3.2 PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Para el planeamiento de un sistema de distribución, deben cumplirse ciertos requisitos, los cuales deben ser analizados para encontrar las condiciones técnicas económicas mas favorables para los usuarios del sistema.

- Deberá diseñarse para las condiciones mas desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño considerado.
- Se tratará de servir directamente al mayor porcentaje de la población, dentro de los límites impuestos por las condiciones sociales y económicas de la localidad.
- La distribución de gastos, debe hacerse mediante hipótesis que estén acordes con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.
- Deberá dotarse a las redes de distribución, de los accesorios y obras de arte necesarias con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas a tal efecto y facilitar su mantenimiento.

3.3 PARAMETROS DE DISEÑO

Para desarrollar el proyecto, es necesario definir parámetros y criterios orientadores del proyecto en sus diversas fases, y deben definirse ente otros elementos:

- Período de diseño.
- Etapas de construcción de las obras.
- Población servida y no servida.
- Densidades poblacionales.
- Dotación diaria de agua por habitante.
- Coeficiente de variación de consumo, variación diaria y horaria.
- Volumen de agua para uso comercial e industrial, de ser muy significativos.
- Demanda contra incendio.
- Presiones mínimas y máximas.
- Velocidades mínimas y máximas.
- Diámetro mínimo de redes matrices.

3.4 CRITERIOS DE DISEÑO

Con la información básica o de campo recopilada, deben realizarse los diseños de ingeniería, para lo cual debe tenerse en cuenta una serie de criterios. Los criterios a continuación descritos son generalmente aplicados a localidades urbanas con sistema de distribución tipo mallas, para el caso de redes ramificadas las diferencias son mínimas.

Para el cálculo de redes, se identifican dos elementos básicos cuyas denominaciones e información son:

- Tramos, segmento de tubería que dará servicio a un área definida, para el cual se deberá conocer el diámetro, longitud, material y coeficiente de rugosidad.

- **Nudos, puntos e encuentro de tramos y puntos donde se presenta cambio de diámetros, o una salida, o ingreso de agua; la información requerida es la cota de terreno y caudal que ingresa o sale en ese punto.**

3.4.1 ESQUEMA DE LA RED

Inicialmente se proyecta un esquema aproximado con un número de mallas, tratando en lo posible de determinar la ubicación definitiva de las tuberías matrices.

El trazado de las tuberías en planta debe ser tan directo como sea posible; es necesario evitar los codos que, dado el caso, deben ser lo más abiertos posibles. Es necesario también evitar las variaciones bruscas en el perfil longitudinal, sin embargo, el trazado depende, esencialmente, de las disposiciones locales.

En el trazado de las mallas se debe tener en cuenta una buena distribución con relación a las áreas que se van a abastecer y a su consumo. Las tuberías son orientadas por los puntos de mayor consumo, por los centros de masa y son influenciados por varios factores: tomas contra incendio, vías principales, condiciones topográficas, facilidades de ejecución, etc.

En una determinada parte de la red servida por un circuito, el trazado de éste no deberá ser hecho periféricamente, condición desfavorable y anti-económica; pueden exceptuarse en las zonas de expansión no consolidadas. El trazado podrá ser tal, que el área envuelta corresponda aproximadamente al área externa.

De la Figura N° 2.4, la malla elemental tiene dos tramos, por lo general una malla tiene varios tramos los cuales están diferenciados por la salida de un caudal de servicio para un área definida. No existe un criterio definido en cuanto a la longitud del tramo, por lo general dicho valor depende de las disposiciones locales; para localidades grandes puede considerarse como longitud promedio del orden de 500 metros.

Para la distancia de separación entre tuberías matrices si puede aplicarse un criterio racional, debiendo considerarse una pérdida de carga mínima en las redes de relleno para que la presión en éstas sean sensiblemente igual a las redes matrices. Para que esto ocurra debe considerarse, generalmente para las zonas con presiones mínimas, lo siguiente:

- Si la red matriz tiene como diámetro mínimo 6", las redes de relleno serán menores de 6", y la distancia máxima de separación entre las matrices debe ser entre 400 y 500 metros.
- Si la red matriz tiene como diámetro mínimo 4", las redes de relleno

serán menores de 4", y la distancia máxima de separación entre las matrices debe ser entre 300 y 400 metros.

De lo indicado anteriormente, una malla con cuatro tramos, con longitud de 500 metros cada uno, serviría a un área de 25 Ha, con este valor se puede estimar el número de mallas del sistema de distribución.

3.4.2 AREAS DE INFLUENCIA

Definido el trazo de las redes matrices, seguidamente debe delimitarse el área de influencia o de servicio de cada nudo, tal como se indica en la Figura N° 3.1.

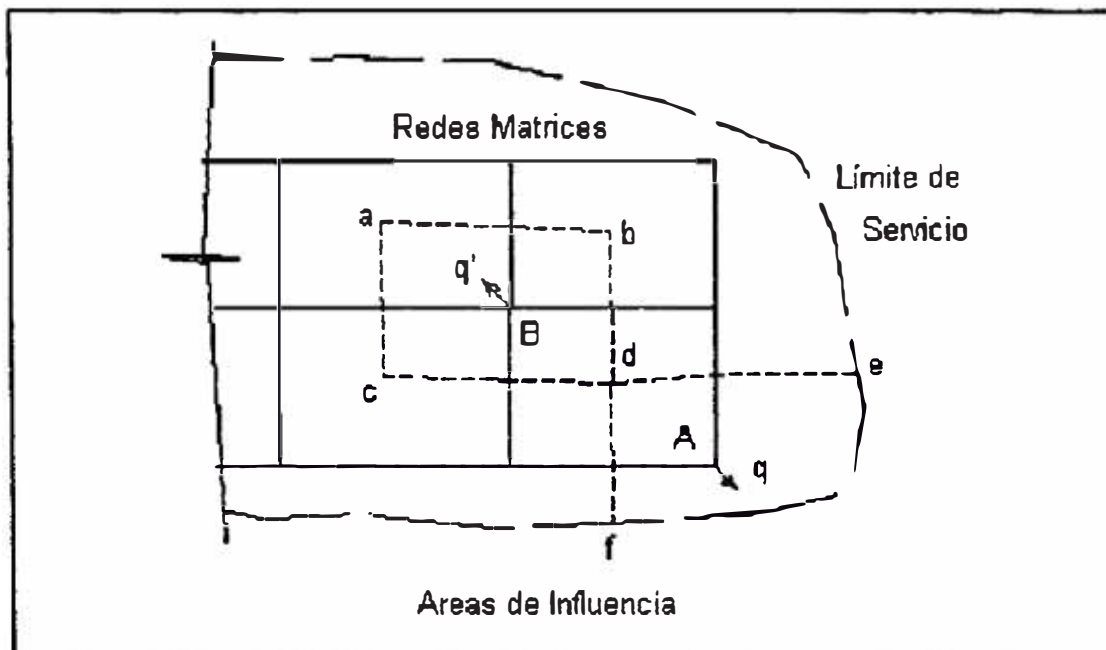


Figura N° 3.1

Las áreas se determinan aprovechando los nudos o cruces de las tuberías en las calles, determinando sus zonas de influencia por medio de bisectrices o líneas paralelas a las tuberías, dibujando los límites de esas áreas en la forma mas aproximada posible a figuras geométricas conocidas.

Para el caso de los nudos que se encuentran en el límite de la zona de servicio, el área de influencia limita con dicho límite, tal como se indica en la Figura N° 3.1, para el nudo A que tiene como área de influencia la zona limitada por los puntos d, e y f.

Para los nudos ubicados en el interior, el área de influencia limita con la de otros nudos, tal como se muestra en el nudo B de la Figura N°

3.1, que tiene como área de influencia la zona limitada por los puntos a, b, c y d.

3.4.3 DEMANDA EN ZONA DE INFLUENCIA

Siendo el área que va a ser abastecida por un nudo conocida, con las densidades poblacionales de cada zona se determinará la población futura. Cuando la localidad es pequeña se puede usar una densidad uniforme, pero cuando la localidad es importante, las densidad de población será diferente según las zonas.

Seguidamente se tienen que considerar los porcentajes de población servida y no servida, las dotaciones para la población servida y no servida, y los coeficientes de variación de consumo máximo horario, para determinar el caudal de la zona de influencia.

En la Figura N° 3.1, el caudal para los nudos A y B son q y q' , respectivamente, y representan la demanda de las áreas de influencia correspondientes al período de diseño.

3.4.4 CAUDALES INICIALES DE CADA TRAMOS

Tradicionalmente cuando se conocían los caudales de los nudos, los caudales para cada tramo se repartía en forma inversamente proporcional a la longitud del mismo, esto con la finalidad de reducir el número de iteraciones al resolver el circuito.

Con el advenimiento de las primeras computadoras, en sus inicios se mantenía este mismo criterio, porque reducía el tiempo de horas máquina y con ello el costo del cálculo. Pero al aparecer en el mercado las computadoras personales, con mayor velocidad de procesamiento, este criterio fue dejado de lado.

Una forma racional de distribuir los caudales es a partir del nudo extremo, repartiendo su caudal de influencia en partes iguales para las tuberías que concurren en él; este mismo criterio se va aplicando hasta el punto de ingreso a la red.

Otro procedimiento consiste en orientar el flujo por determinados tramos, los cuales tendrán diámetros mayores, y a partir de estos distribuir a otros de segunda importancia y así sucesivamente. Con esto se consigue una buena arquitectura hidráulica.

3.4.5 DIAMETROS INICIALES

Una vez conocido el caudal que debe conducir cada tubería, se

procede a calcular el diámetro de cada tramo.

Es común en los proyectistas la aplicación de una velocidad de flujo del orden de 1.5 metros por segundo para determinar el diámetro, este dimensionamiento es preliminar ya que el diámetro definitivo será establecido de acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo de la red.

Los investigadores recomiendan un rango de velocidad mucho mas amplio, con valores de 0.60 a 1.50 metros por segundo, el valor mínimo se aplica a diámetros pequeños y el valor máximo a diámetros grandes. Dicho criterio es más aceptable, porque los diámetros pequeños tienen mayor variación de pérdida de carga que los diámetros grandes.

Un mejor criterio para determinar los diámetros iniciales, es considerar una gradiente hidráulico homogénea en el sistema de distribución, aplicando el método de la pendiente uniforme.

Las gradiente hidráulicas que comúnmente se presentan en los sistemas de distribución varían entre 4 y 5 o/oo, los valores del coeficiente de rugosidad varían entre 120 y 140, aplicando la fórmula de Hazen y Williams para condiciones promedio, se obtiene la siguiente fórmula:

$$D = 2.26 Q^{0.38}$$

donde:

Q : Caudal en litros por segundo

D : Diámetro en pulgadas

La aplicación de dicha fórmula consigue mantener sin variaciones significativas, a diferencia de los diámetros determinados aplicando velocidades, los caudales considerados inicialmente para cada tramo; y también se reduce apreciablemente el número de iteraciones en el cálculo.

Para el caso de tuberías existentes, el valor que se obtiene con la fórmula es el diámetro equivalente, debiendo determinarse, de ser necesario, la tubería paralela para reforzar el tramo.

3.5 NORMAS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño son valores normados por instituciones representativas del sector saneamiento; para un adecuado dimensionamiento del sistema, debe tenerse en cuenta lo indicado en los siguientes documentos:

- Norma Técnica de Edificación S.100 - Infraestructura Sanitaria para Poblaciones Urbanas, del ININVI, publicado en 1991.
- Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao, de SEDAPAL, publicado en 1993.

Debe tenerse en consideración que éstos documentos son referenciales, cualquier variación que proponga el proyectista tiene que estar debidamente sustentada con un estudio técnico.

3.5.1 NORMA DEL ININVI

En el ítem S.122.5 respecto a Agua Potable - Distribución - Redes, establece lo siguiente:

Cálculo Hidráulico:

Para el cálculo hidráulico del sistema de distribución se aplicarán las fórmulas racionales con el criterio del gasto coincidente, es decir con la cifra que resulte mayor al comparar el máximo horario con la suma del gasto máximo diario más incendio para el caso de poblaciones que se considera demanda contra incendio. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams se utilizarán los coeficientes de flujo que se establecen en el Cuadro N° 3.1.

**CUADRO N° 3.1
COEFICIENTES DE FRICCIÓN PARA FORMULA DE HAZEN Y WILLIAMS**

TIPO DE TUBERIA	COEFICIENTE "C"
Asbesto cemento	140
Policloruro de vinilo	140
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Fierro fundido	100
Fierro galvanizado	100
Concreto	110
Polietileno	140

Las presiones máximas y mínimas en la red de distribución serán de 50 a 15 m de columna de agua respectivamente. Se podrá permitir una presión mínima de 10 m de columna de agua en casos

debidamente justificados.

En los casos de abastecimiento de agua por piletas públicas, la presión dinámica mínima podrá reducirse a 3.50 m a la salida de la pileta.

Tuberías, Accesorios, Válvula, Grifos:

A) Tubería: en las calles de 24 m de ancho ó menos, se proyectará una línea de agua potable a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 24 m de ancho se proyectará a cada lado de la calzada una línea, salvo el caso que se justifique la instalación de una sola línea.

La distancia mínima entre los planos verticales tangentes de una tubería de agua potable y una de alcantarillado instaladas paralelamente no será menor de 2.00 m medidas horizontalmente.

La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo no será menor de 0.80 m.

En casos de vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 0.80 m sobre la clave del tubo.

En vías peatonales puede reducirse las distancias entre tuberías y entre éstas y los límites de propiedad, así como los recubrimientos, siempre y cuando:

- a) Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- b) Se utilice tuberías de desagüe de calidad que garantice que no se producirá filtraciones.
- c) Las vías peatonales diseñadas presenten elementos (bancas, jardineras, etc.), que eviten el paso de vehículos.

En casos excepcionales debidamente justificados se podrá admitir tuberías de hasta 50 mm de diámetro mínimo, cuando conforman circuitos.

En los casos de abastecimiento por piletas no habrá limitación el diámetro mínimo.

B) Accesorios: en los cambios de dirección se deberán emplear

codos, sin embargo, podrán proyectarse líneas curvas que se amolden al trazo de las calles siempre que el ángulo de deflexión ente dos tubos no exceda a los valores dado por el fabricante.

- C) Válvulas: la red de distribución deberá estar provista de válvulas de interrupción en cantidad y distribución tal que permita aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

En casos especiales y justificados se podrá permitir el aislamiento de zonas de mayor extensión.

En lo posible deberá hacerse una distribución simétrica de las válvulas y deberán ubicarse en la prolongación de las líneas de propiedad. Además deberá utilizarse la mínima cantidad de válvulas para el cierre de circuitos.

Las válvulas utilizadas en estructuras hidráulicas o sistemas de bombeo deberán ser instaladas con:

- Uniones universales de fierro galvanizado, PVC, o aleación cobre-zinc o cobre-estaño, hasta 50 mm (2") de diámetro.
- Bridas o cualquier otro elemento de fácil desmontaje, de fierro fundido, hierro dúctil o PVC para tuberías de diámetro mayores a 50 mm (2").

En caso que sea necesario se utilizará además un elemento o caja para su alojamiento, protección y operación.

- D) Hidrantes contra incendio: los hidrantes se ubicarán en forma tal que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m y se instalarán de preferencia, en las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores.

Además llevarán una válvula de interrupción en la línea con el objeto de permitir reparaciones en el hidrante.

- E) Anclajes para accesorios y tuberías: a fin de contrarrestar el empuje que pueda presentarse debido a la presión interna de la tubería deberá diseñarse anclajes de concreto en:

- Cambios de dirección.
- Cambios de diámetro.
- Válvulas de compuerta.
- Hidrantes contra incendio.
- Terminales de línea taponados.
- Curvas verticales.

Las dimensiones y formas de los anclajes se determinarán teniendo

en cuenta la presión de la línea, el diámetro del tubo, clase de terreno y tipo de accesorio.

El área o superficie de contacto del anclaje deberá dimensionarse de modo que el esfuerzo o carga unitaria que se transmite al terreno, no supere la carga de resistencia admisible dada para el tipo de terreno.

3.5.2 REGLAMENTO DE SEDAPAL

En el Título VI - Líneas de Agua Potable, establece:

Capítulo 6.1 - Conformación y Límites

Artículo 6.1.1. Las líneas de agua potable están constituidas por tuberías de impulsión, conducción, aducción y rebose; tuberías matrices, redes de tuberías de distribución y conexiones domiciliarias, accesorios, válvulas y grifos contra incendio.

Artículo 6.1.2. Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se efectuará en base a cálculos hidráulicos y debe ser tal, que permita mantener, en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno que no supere los 20 mts. de columna de agua.

Artículo 6.1.3. El diámetro mínimo de las tuberías de distribución será de 75 mm (3") para las habilitaciones citadas en el Artículo 3.2.1 a), y de 150 mm (6") para las habilitaciones de uso industrial del Artículo 3.2.1 b).

Artículo 6.1.4. En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm (2") de diámetros, con una longitud máxima de 100 mts. si es alimentada por un solo extremo, o de 200 mts. si es alimentada por los dos extremos, siempre que la tubería alimentadora sea de diámetro mayor y se localicen dichos tramos en los límites inferiores de las zonas de presión.

Artículo 6.1.5. Las conexiones domiciliarias de agua potable, que cuentan con diseño típico de SEDAPAL, podrán instalarse en redes de hasta 250 mm (10"), no permitiéndose efectuar conexiones en líneas de impulsión, conducción y aducción, o en tuberías de diámetro mayor al señalado; salvo en casos excepcionales y con aprobación previa de SEDAPAL.

Capítulo 6.2 - Cálculo Hidráulico

Artículo 6.2.1. El cálculo de las líneas de impulsión se hará considerando el caudal de bombeo; es decir, el caudal máximo diario

afectado por el factor $24/N$, donde N es el número de horas diarias de bombeo.

Artículo 6.2.2. El cálculo de las líneas de aducción, conducción y rebose, y redes de distribución, se hará utilizando el criterio de gasto coincidente, es decir con la cifra que resulte mayor, al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más incendio, para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio. El ámbito de cálculo corresponde al que determine el dictamen de factibilidad de servicios.

Artículo 6.2.3. Se presentarán para su revisión, las hojas de cálculo de los balances hidráulicos y presiones para las condiciones extremas máximas y mínimas de funcionamiento de la red de distribución.

Artículo 6.2.4. Para habilitaciones menores de 20 hectáreas, no se requerirá la presentación del cálculo de la red, salvo que al integrarse a sistemas existentes o proyectados de la zona, resulte en conjunto un área mayor. En ese caso, deberán presentarse para su revisión los cálculos que se mencionan en el Artículo 6.2.3.

Artículo 6.2.5. Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se aplicarán fórmulas racionales. En caso de emplearse la fórmula de Hazen - Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se indican en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 3.2
COEFICIENTES DE FRICCIÓN PARA FORMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

TUBERIA	COEFICIENTE "C"
Asbesto Cemento	140
Policloruro de Vinilo (P.V.C.)	140
Polietileno	140
Acero sin Costura	120
Acero Soldado en Espiral	100
Fierro Fundido	100
Fierro Galvanizado	100
Concreto	110

Artículo 6.2.6. Las presiones máximas y mínimas de la red de distribución, se determinarán de acuerdo al tipo de habilitación, al área a la que pertenece o se integra ésta o en base a otras consideraciones que pueda introducir SEDAPAL. En general, no serán en ningún caso

menores de 10 m.; ni superiores a 50 m. de columna de agua.

Capítulo 6.3 - Válvulas

Artículo 6.3.1. La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción en cantidad y distribución tal, que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 mts. de longitud. En casos especiales y justificados, se podrá permitir el aislamiento de zonas de mayor extensión.

Artículo 6.3.2. Se proyectarán válvulas en todos los empalmes o derivaciones a tuberías de 200 mm (8") de diámetro o mayores.

Artículo 6.3.3. En lo posible deberá hacerse una distribución simétrica de las válvulas, las que deberán ubicarse entre los límites de la calzada y la vereda, siguiendo la prolongación de las líneas de propiedad.

Artículo 6.3.4. Las válvulas a proyectarse serán de los siguientes tipos:

- a) Válvulas de compuerta, que cumplen la función de interrumpir el flujo de agua y que utilizarán en todas las redes secundaria o de relleno.
- b) Válvulas de mariposa, que irán alojadas en cámaras típicas de SEDAPAL, cuya función es controlar flujos de agua. Deben usarse en todas las tuberías matrices iguales o mayores de 350 mm (14") de diámetro y en las derivaciones de éstas matrices, incluyéndose la instalación de un medidor de caudal y su manómetro.
- c) Válvulas especiales de aire y vacío (doble acción), de purga de sedimentos y reductoras de presión; que se utilizarán generalmente en las líneas de impulsión, conducción, aducción y tuberías matrices. Estas válvulas con sus correspondientes accesorios, irán alojadas en cámaras de acuerdo a diseños típicos de SEDAPAL, las que en caso de modificarse requerirán su aprobación previa.

Capítulo 6.4. - Incendio o Hidrantes

Artículo 6.4.1. Deberán ser tipo poste y se distribuirán en forma tal que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m. Se ubicarán en las esquinas, a 0.20 m al interior del filo de la vereda.

Artículo 6.4.2. Se proyectarán en derivaciones de las tuberías de mayor diámetro. El diámetro de la tubería de derivación será por lo menos de 100 mm (4") y llevará un válvula de compuerta con el fin de permitir efectuar reparaciones en el grifo, sin afectar el abastecimiento normal.

Artículo 6.4.3. También se proyectarán en todos los puntos muertos de la red distribución, los que servirán para purgar las tuberías.

Capítulo 6.5 - Anclajes

Artículo 6.5.1. Todo accesorio de tubería, válvula y grifos contra incendio, irán anclados con concreto simple o armado.

Artículo 6.5.2. Sus diseños en dimensiones y formas, se efectuarán considerando los diámetros y tipos de accesorios, válvulas o grifos, su presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

Artículo 6.5.3. El área o superficie de contacto del anclaje deberá dimensionarse de modo tal, que el esfuerzo o carga unitaria que se transmita al terreno, no supere la carga admisible de éste.

CAPITULO IV

SOFTWARE PARA DISEÑO DE REDES MATRICES

4.1 LENGUAJES DE PROGRAMACION

Los lenguajes utilizados para escribir programas de computadoras que puedan ser entendidos por ellas se denominan lenguajes de programación.

Los lenguajes de programación se clasifican en tres grandes categorías: máquina, bajo nivel y alto nivel.

4.1.1 LENGUAJE DE MAQUINA

Los lenguajes máquina son aquellos cuyas instrucciones son directamente entendibles por la computadora y no necesitan traducción posterior para que la unidad central de proceso pueda comprender y ejecutar el programa. Las instrucciones en lenguaje máquina se expresan en términos de la unidad de memoria más pequeña, el bit (dígito binario 0, o bien 1), en esencia una secuencia de bits que especifican la operación y las celdas de memoria implicadas en una operación. Una serie de instrucciones en lenguaje máquina son:

0010	0000	0000	1001
1001	0001	1001	1110

Como se puede observar, estas instrucciones serán fáciles de leer por la máquina y difíciles por un programador, y viceversa. Esta razón hace difícil escribir programas en código o lenguaje a máquina y requiere buscar otro lenguaje para comunicarse con la computadora, pero que sea más fácil de escribir y leer por el programador.

Para evitar la tediosa tarea de escribir programas en lenguaje de máquina se han diseñado otros lenguajes de programación que facilitan la escritura y posterior ejecución de los programas. Estos lenguajes son los de bajo nivel y alto nivel.

4.1.2 LENGUAJES DE BAJO NIVEL

La programación en lenguaje máquina es difícil, por ello se necesitan lenguajes que permitan simplificar este proceso. Los lenguajes de bajo nivel han sido diseñados para ese fin.

Estos lenguajes son generalmente dependientes de la máquina, es decir, dependen de un conjunto de instrucciones específicas de la

computadora. Un lenguaje típico de bajo nivel es el lenguaje ensamblador. En este lenguaje las Instrucciones se escriben en códigos alfabéticos conocidos como nemotécnicos (abreviaturas de palabras inglesas o españolas). Así por ejemplo, nemotécnicos típicos son:

ADD	suma	MPY	multiplicar
SUB	resta	DIV	dividir

Las palabras nemotécnicas son mucho más fáciles de recordar que las secuencias de dígitos 0 y 1. Una instrucción típica en ensamblador puede ser:

ADD x, y, z

Esta instrucción significa que se deben sumar los números almacenados en las direcciones x, y y almacenar el resultado en la dirección z. El programa ensamblador traducirá la instrucción a código máquina. Por ejemplo, ADD se puede traducir a 1110, x se puede traducir por 1001, y por 1010, z por 1011. La instrucción traducida será:

1110 1001 1010 1011

Después que un programa ha sido escrito en lenguaje ensamblador, se necesita un programa -llamado ensamblador- que lo traduzca a código máquina.

4.1.3 LENGUAJES DE ALTO NIVEL

Los lenguajes de programación de alto nivel, más parecido al lenguaje humano (Prolog, Ada, Pascal, COBOL, FORTRAN, BASIC, Modula 2, C -considerado como lenguaje de nivel medio-), son aquellos en los que las instrucciones o sentencias a la computadora son escritas con palabras similares a los lenguajes humanos -en general lenguaje inglés, como el caso de QuickBASIC-, lo que facilita la escritura y la fácil comprensión por el programador.

Por ejemplo, la línea siguiente es una línea de un programa QuickBASIC:

```
IF (x=y) AND (z=w) THEN PRINT "Programa de diseño de redes"  
si (x=y) y (z=w) entonces escribir "Programa de diseño de redes"
```

Esta línea se puede comprender fácilmente conociendo la traducción de las palabras inglesas IF (si), THEN (entonces), PRINT (escribir/imprimir), AND (y) y sin necesidad de mucha explicación. Se pueden escribir también operaciones como:

$$z = x + y$$

Los lenguajes de programación son -en general- transportables. Esto significa que un programa escrito en un lenguaje de alto nivel se puede escribir con poca o ninguna modificación en diferentes tipos de computadoras. Otra propiedad de estos lenguajes es que son independientes de la máquina, esto es, las sentencias del programa no dependen del diseño de hardware de una computadora específica.

Los programas escritos en lenguaje de alto nivel no son entendibles directamente por la máquina. Necesitan ser traducidos a instrucciones en lenguajes máquina que entiendan las computadoras. Los programas que realizan esta traducción se llaman compiladores, y los programas escritos en un lenguaje de alto nivel se llaman programas fuentes. El compilador traduce el programa fuente en un programa llamado programa objeto. Este programa objeto se utiliza en la fase de ejecución del programa. Algunas computadoras, especialmente microcomputadoras, utilizan unos programas similares llamados intérpretes que traducen los programas. El proceso de traducción de un programa fuente se denomina interpretación o compilación, según sea el programa.

Un intérprete traduce y ejecuta una instrucción (sentencia) en código fuente cada vez. Los programas interpretados generalmente se ejecutan mucho más lentamente que los programas compilados; sin embargo, los intérpretes son más fáciles de utilizar y la depuración de errores mucho más cómoda.

4.2 LENGUAJE QuickBASIC

4.2.1 HISTORIA DEL BASIC

La versión original de BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) fue creada en 1964 en Dartmouth College en Hanover. Nació con la idea de servir como lenguaje de programación para aquellas personas que deseaban introducirse por primera vez en el mundo de la programación de problemas diversos. Posteriormente, debido al impacto que causó y con la idea de hacerlo más potente, sufre grandes modificaciones. En 1978 se establecen los requerimientos mínimos que debe cumplir este lenguaje con el fin de crear un estándar. Nace aquí el denominado BASIC estándar.

Algún tiempo después hace su aparición BASICA. Esta es una versión BASIC que la firma Microsoft Corporation escribe para su implantación en los ordenadores personales IBM. Posteriormente sale al mercado GW-BASIC, desarrollado para correr en los ordenadores personales compatibles con los IBM. Este es un lenguaje equivalente a BASICA,

con la diferencia de que tiene desarrolladas algunas instrucciones más.

Todas estas versiones de BASIC están encuadradas dentro de los lenguajes denominados intérpretes, el cual permite un diálogo constante entre la máquina y el usuario, con el inconveniente de ser lentos en el proceso de ejecución y, para operar, deben residir permanentemente en memoria.

4.2.2 PROGRAMACION ESTRUCTURADA CON QuickBASIC

A finales de la década de los ochenta, nacieron una serie de versiones o dialectos de BASIC que no sólo están sustituyendo a las ya citadas, clásicas BASICA/GW-BASIC, sino que están revolucionando el mundo de la programación. Entre estas versiones se destacan True BASIC - de Kurtz y Kemmeny, autores del primer BASIC-, Turbo BASIC - de la casa BORLAND- y QuickBASIC -de la casa Microsoft-.

QuickBASIC 4.0/4.5, de la mano de Microsoft y avalado por su experiencia, ha convertido el viejo BASIC, ideal para principiantes, en un potente lenguaje profesional verdaderamente estructurado.

Dos características esenciales destacan en las versiones 4.X de QuickBASIC: permite la programación estructurada y es un entorno de programación. La programación estructurada hace los programas grandes más fáciles de crear y mantener. El entorno de programación contiene un editor, compilador y un depurador interactivo en un solo programa; es decir, es posible pasar de una herramienta a otra sin salir del entorno.

Una característica fundamental de QuickBASIC es su capacidad para crear módulos individuales de programas. En lugar de trabajar con un solo bloque de código, el programador necesita construir módulos programa, que a su vez se componen de subprogramas llamados procedimientos y funciones. Cada uno de estos subprogramas realiza una sola tarea, de modo que los problemas grandes se pueden descomponer en subproblemas -módulos- y éstos a su vez se codifican en subprogramas. Esta descomposición permite que cada tarea de programación se independice, permitiendo al programador concentrarse totalmente en la tarea encomendada.

Una ventaja adicional de la programación estructurada es la posibilidad de que estos módulos puedan ser organizados y guardados y posteriormente reutilizados por otros programas. Después de la construcción de un módulo, éste se puede guardar en una librería Quick, que es un archivo guardado en disco en formato especial. Estas librerías se pueden cargar -transferir- a programas QuickBASIC.

Todas estas características hacen que el QuickBASIC sea un lenguaje

potente y rápido en ejecución.

4.2.3 ENTORNO DE PROGRAMACION QuickBASIC

Un entorno de programación está constituido por un editor, que permite convertir la computadora en una máquina de escribir, sofisticada para construir programas fuente, un gestor de archivos (en el caso del PC, el propio sistema operativo), un compilador de lenguaje y un depurador para corrección de errores.

QuickBASIC es un entorno de programación ya que contiene un editor interactivo, un gestor de archivos, un compilador y un depurador. Estas características hacen fácil y cómoda la puesta a punto y ejecución del programa, así como la realización de las tareas de edición, compilación, ejecución, depuración y nuevas compilaciones sin salir de QuickBASIC.

El editor interactivo es la pieza central de QuickBASIC. Es un editor que verifica la sintaxis de cada línea tan pronto se tecléa. Si la sintaxis es correcta, se traduce la línea inmediatamente al código ejecutable; en caso contrario, aparece una descripción del error. Todas las palabras clave pertenecientes a una línea, aparecen en letras mayúsculas.

Como cada línea se traduce a código ejecutable en el momento de introducción, se puede inmediatamente corregir y capturar la mayoría de errores. No se precisa esperar a la compilación después de que se haya terminado la edición, el programa está preparado para su ejecución.

QuickBASIC incorpora un depurador interactivo. Se puede detener un programa en cualquier punto, editar el programa y reanudar la ejecución en el punto en que se detuvo.

Posee una ventana inmediata en la parte inferior de la pantalla que permite comprobar sentencias de programas. Cualquier cosa que se tecléa en la ventana inmediata se ejecuta tan pronto se pulsa ENTER (intro). Se pueden incluso cambiar los datos durante la ejecución del programa.

QuickBASIC puede crear en modo fácil y rápido versiones de programas que se ejecutan directamente desde el DOS.

Otra característica del QuickBASIC es la posibilidad de soportar más de un módulo en memoria y su conversión en un solo archivo ejecutable.

La generación y gestión automática de librerías de programas es otra propiedad importante de QuickBASIC.

4.3 SOFTWARE EXISTENTE SOBRE REDES

Para la verificación del diseño considerado de redes matrices, existen básicamente dos tipos de software: del Ingeniero Ruiz Altuna y del Banco Mundial.

A nivel universitario, a partir del segundo quinquenio de la década del los '80, y con la aparición en el mercado de las calculadoras científicas programables, las cuales tenían un lenguaje de programación incorporado que en la mayoría de los casos era BASIC, era común encontrar a un estudiante que dispusiera de un programa muy elemental en base al método de Hardy Cross, que resolvía el problema de distribución de caudales en un sistema de redes matrices.

4.3.1 SOFTWARE DEL INGENIERO CARLOS RUIZ ALTUNA

En la década del '70, el Ingeniero Carlos Ruiz Altuna, teniendo como base el lenguaje de programación FORTRAN IV, crea un programa para la verificación del diseño de un sistema de distribución de redes matrices. En el año 1980, es modificado por el Ingeniero Juan Carlos Ruiz González.

Dicho programa se distribuye a los estudiantes, como parte del contenido del syllabus del curso de Análisis de Redes y Fuentes de Agua.

El programa emplea el método de Hardy Cross y la fórmula de Hazen y Williams para evaluar las pérdidas de carga. Debe ingresarse como datos generales: número de mallas, número de tramos, coeficiente C, cota piezométrica, error aceptable. Para cada tramo se ingresa su longitud, diámetro, caudal, cota de terreno y malla adjunta.

A fin de uniformizar el número de tramos en todas las mallas, aparece el concepto de tramo virtual, el cual tiene una longitud unitaria y el resto de datos generalmente se considera del último tramo.

El formato de ingreso de datos exigido por el FORTRAN, hace que se preste una mayor atención a esta parte, un ligero error en el ingreso de la información produce resultados errados.

Una desventaja de este programa es que considera un solo valor del coeficiente C para toda la red; lo cual no se presenta en la mayoría de las redes, sobre todo en un sistema de distribución con redes existentes y proyectadas.

El cálculo de las redes se controla con el error aceptable, que viene a ser la suma de los valores absolutos de las correcciones de caudal de cada malla; el proceso se detiene cuando esta sumatoria es menor al

valor fijado inicialmente.

4.3.2 SOFTWARE DEL BANCO MUNDIAL

Este programa ha sido creado por el Dr. Paul Hebert en el año 1986, y es mas conocido como LOOP, y es un programa para emplearlo en microcomputadora compatible con la IBM-PC. La versión mas conocida es la 5.0.

El LOOP simula las características hidráulicas de un circuito cerrado de redes de distribución de agua. La red se caracteriza por tramos de tubería y nudos, teniendo como límite 500 tramos y 400 nudos. Los datos requeridos para ejecutar el LOOP incluye descripción de los elementos de la red tal como longitud de tuberías, diámetros, coeficientes de fricción, demandas y cotas topográficas del terreno en los nudos y descripción de la geometría de la red.

El programa incluye la salida de flujos y velocidades en los tramos de tuberías, y presiones en los nudos. El LOOP permite simular la red hasta con el ingreso de 15 nudos de entradas, conociéndose ya sea la cota topográfica de terreno o el flujo de entrada del nudo a la red, generalmente reservorios.

El LOOP utiliza el método de Hardy Cross para determinar las correcciones de flujo, que son asumidas inicialmente en los tramos de las tuberías. Para el cálculo de las pérdidas de carga utiliza la fórmula de Hazen y Williams.

La corrección del flujo se basa en el concepto de mantenimiento de continuidad del caudal en cada nudo, siendo la suma de las pérdidas de carga hidráulica en cada circuito cerrado igual a cero. Una vez que los caudales son determinados, las cotas piezométricas en cada nudo son calculadas.

El LOOP contiene, además el cálculo de costos de la red, ya sea en su totalidad o por rangos de tramos de tubería.

4.4 SISTEMA NET 4.5

NET es un programa que puede utilizarse para verificar y/o diseñar redes matrices de un sistema de distribución de agua, y tiene como características principales las siguientes:

- Utiliza el método de Hardy Cross para calcular los caudales en cada tramo, para lo cual se tiene que ingresar sus datos respectivos.
- Para calcular la pérdida de carga utiliza la fórmula de Hazen y Williams.

- Como elemento de control para los cálculos, considera 0.0003 el número de mallas que existe en el sistema de redes matrices.
- Tiene un manejador de archivos que permite listar, borrar, y grabar el archivo activo con otro nombre.
- Determina los diámetros iniciales de la red, considerando una gradiente hidráulica uniforme. Si es una tubería existente, de ser necesario considera una tubería paralela.
- Muestra los datos y resultados obtenidos en el cálculo, determina el costo de las redes matrices, y emitiendo reporte en todos los casos. Permite modificar los datos ingresados.
- Permite diseñar la red modificando diámetros con criterios de rango de pérdida de carga y de velocidad, considerando accesorios y válvula reductora de presión en el tramo.

4.4.1 REQUERIMIENTOS MINIMOS

La computadora donde se instale NET, necesita como mínimo:

- Sistema operativo -DOS- versión 2.1
- Espacio disponible en disco de 348K (kilobytes)
- Hardware PC XT 8086
- Memoria RAM de 512K

Estos requerimientos actualmente son superados largamente, por las características existentes en el mercado de la informática:

- Sistema operativo más comercial es la versión 6.2
- El disco flexible mas utilizados es de 2.5" y 1.4 MB de capacidad
- Predomina las computadoras 486 y RAM de 4MB

4.4.2 ARCHIVOS DEL SISTEMA

NET esta conformado por los siguientes archivos:

- NET*.EXE, son 26 archivos ejecutables, cada uno con una función específica, de los cuales NET.EXE es el archivo principal que integra a todos los archivos cuando se utiliza el sistema.
- BRUN40.EXE, módulo de QuickBASIC requerido para ejecutar el sistema. Sin este archivo no se puede ejecutar el sistema.
- NET.INI, archivo que almacena la unidad y directorio de trabajo del sistema, el cual se crea cuando se ejecuta el sistema.

Los archivos, así como sus características se indican a continuación:

- NET.EXE	8,859	06-25-95	8:00p
- NET00.EXE	12,327	06-25-95	8:00p
- NET01.EXE	21,227	06-25-95	8:00p
- NET02.EXE	6,003	06-25-95	8:00p
- NET03.EXE	6,471	06-25-95	8:00p
- NET04.EXE	7,021	06-25-95	8:00p
- NET05.EXE	5,315	06-25-95	8:00p
- NET06.EXE	11,495	06-25-95	8:00p
- NET07.EXE	10,157	06-25-95	8:00p
- NET08.EXE	13,571	06-25-95	8:00p
- NET09.EXE	9,925	06-25-95	8:00p
- NET10.EXE	13,641	06-25-95	8:00p
- NET11.EXE	11,307	06-25-95	8:00p
- NET12.EXE	9,129	06-25-95	8:00p
- NET13.EXE	8,633	06-25-95	8:00p
- NET14.EXE	11,039	06-25-95	8:00p
- NET15.EXE	11,327	06-25-95	8:00p
- NET16.EXE	7,463	06-25-95	8:00p
- NET17.EXE	14,117	06-25-95	8:00p
- NET18.EXE	13,693	06-25-95	8:00p
- NET19.EXE	14,477	06-25-95	8:00p
- NET20.EXE	10,457	06-25-95	8:00p
- NET21.EXE	10,489	06-25-95	8:00p
- NET22.EXE	9,495	06-25-95	8:00p
- NET23.EXE	7,777	06-25-95	8:00p
- NET24.EXE	5,831	06-25-95	8:00p
- NET.INI	18	06-22-95	5:19p
- BRUN40.EXE	76,816	10-08-87	5:57p

4.4.3 INSTALACION DE NET

El poco espacio disponible que necesita NET, facilita su instalación en discos flexibles, pudiendo instalarse aun en discos flexibles de 360K, pero se recomienda instalar en discos de 1.4MB. En cualquier caso debe realizarse lo siguiente:

- Debe instalarse en las unidades A:\ o C:\
- Crear un directorio :NET
- Crear un directorio :NET\DOCNET
- Copiar los archivos del sistema en el directorio :NET
- Ejecutar el sistema y configurar la unidad de trabajo

4.4.4 PUESTA EN MARCHA

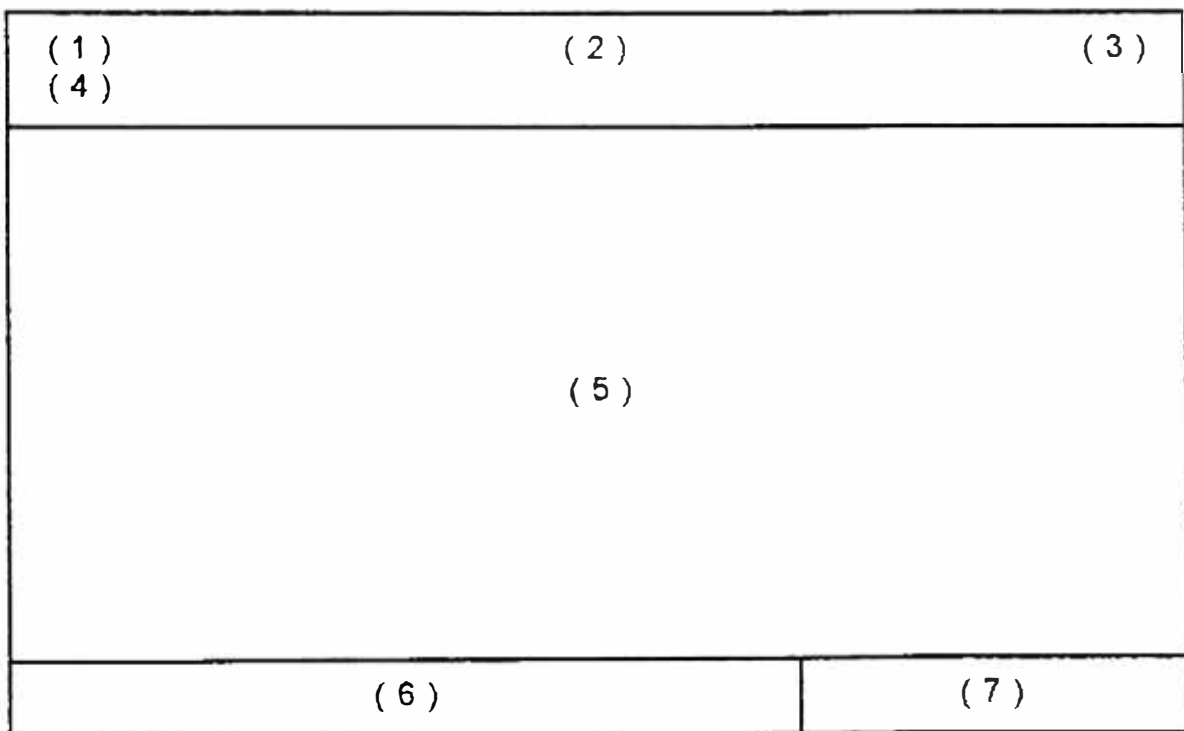
Para utilizar el sistema debe ingresarse al directorio :NET en la unidad

que se ha instalado el sistema, y escribir NET a continuación del prompt del DOS y pulsar Enter, seguidamente NET es cargado en memoria y ejecutado.

Cuando es ejecutado NET, como primer paso busca el archivo NET.INI para leer la unidad y directorio de trabajo y verifica su existencia, si no existe el archivo NET.INI, crea el directorio :NET\DOCNET en la unidad A:\. Si la unidad de trabajo no esta preparada -no existe dicha unidad, no tiene disco de trabajo, disco no preparado- el sistema no se ejecuta, y retoma al DOS.

Cuando arranca NET, luego de la pantalla de presentación, presenta una pantalla de trabajo igual a la figura que se muestra seguidamente y que a continuación se describe:

FIGURA N° 4.1
PANTALLA DE TRABAJO DE NET



- 1) Indicador de fecha.
- 2) Título del sistema.
- 3) Indicador de hora.
- 4) Indicador de menú que esta utilizando.
- 5) Ventana de menú y de edición.
- 6) Línea de menú secundario, o de mensajes.
- 7) Indicador de unidad y directorio de trabajo, y nombre del archivo.

4.4.5 MENUS DEL SISTEMA

NET presenta un menú principal horizontal con siete opciones genéricas, para desplazarse en el menú se puede utilizar las flechas del teclado.

Para ingresar a cada opción se puede realizar de dos formas: ubicándose en la opción deseada y presionando Enter, o presionando la letra resaltada que identifica a cada opción.

Cada opción presenta un menú desplegable con opciones específicas, el ingreso a cada opción se realiza de la misma forma indicada anteriormente.

Las opciones del menú principal, así como de los menús desplegables, se describen seguidamente:

- | | |
|----------------------|---|
| - Archivo | Manejador de archivos |
| Crear archivo | Crea un nuevo archivo de datos |
| Utilizar existente | Utiliza un archivo de datos existente |
| Grabar como | Graba el archivo activo con otro nombre |
| Borrar archivos | Borra archivos asociados al nombre |
| Listar archivos | Listado de archivos asociados |
| Salir al D.O.S. | Retorna al sistema operativo |
| - Modificar | Modifica datos de archivo activo |
| Datos generales | Modifica título, cota piezométrica, etc. |
| Valores de malla | Modifica tramos, malla y tramo de inicio |
| Tramo de red | Modifica caudal, C, diámetro, cotas, etc. |
| - Calcular | Determina diámetros, matrices, costos |
| Diámetros iniciales | Calcula los diámetros iniciales |
| Redes matrices | Calcula las redes matrices |
| Costo de redes | Calcula el costo de las redes matrices |
| - Ver | Muestra los datos y resultados |
| Datos de redes | Muestra archivo de datos activo |
| Resultados obtenidos | Muestra resultados del cálculo |
| - Imprimir | Reporte de datos, resultados y costos |
| Datos de redes | Imprime el archivo de datos activo |
| Resultados obtenidos | Imprime los resultados del cálculo |
| Costo de redes | Imprime los resultados de costos |
| - Diseñar | Diseño de la red matriz |
| Diámetro proyectado | Modifica los diámetros por tramos |
| Pérdida de carga | Modifica diámetros por pérdida de carga |
| Límite de velocidad | Modifica diámetros por rango de velocidad |
| Accesorios diversos | Considera accesorios en un tramo |

Válvula reductora	Considera válvula reductora de presión
- Otros	Ayuda, configuración y versión
Ayuda básica	Restricciones y forma de extraer los datos
Unidad de trabajo	Configura unidad de trabajo
Versión de NET	Información acerca de NET

4.4.6 LIMITACIONES DE NET

Para el diseño del sistema se ha considera una serie de limitaciones que es necesario considerar cuando se utiliza NET, y son las siguientes:

- Número máximo de mallas, 30.
- El número de tramos varía entre 2 y 10.
- La cota piezométrica tienen un valor máximo de 5,000.00 m.
- El diámetro mínimo es 4", y son todos los comerciales.
- El caudal tiene como valor máximo absoluto 1,500.00 ft/seg.
- La longitud máxima del tramo es 750 m.
- El coeficiente C varía entre 50 y 160.
- La cota del terreno tiene un valor máximo de 5,000.00 m.

Cuando se pretenda ingresar un dato diferente a los valores considerados, el sistema emitirá un beep.

CAPITULO V

PROGRAMAS FUENTES DE NET

5.1 GENERALIDADES

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de NET esta compuesto por 26 archivos ejecutables, siendo el archivo NET.EXE el que permite ingresar al sistema; no se puede acceder por los archivos restantes.

El archivo NET.EXE, detecta si el la computadora tiene monitor monocromático o policromático, y verifica la unidad de trabajo donde grabará los archivos de datos (*.DHC), de resultados (*.RHC) y de costos (*.CHC); luego invoca al archivo NET00.EXE, el cual direcciona el manejo de los archivos restantes.

Los archivos NET01.EXE al NET24.EXE realizan la operación definida para cada menú, seguidamente se presenta el programa fuente de cada uno de ellos; a fin de reducir su volumen no se han considerado las sentencias de ubicación del cursor para la sentencia PRINT, y las que manejan las rutinas de color.

5.2 NET01: CREAR ARCHIVO

```
DIM dd(1 TO 6)
ON KEY(31) GOSUB salir
KEY(31) ON
PRINT "Nombre del Archivo : "
GOSUB nombre
IF na$ = "" THEN na$ = "DOCNET"
PRINT dt$ + STRING$(8, 32);
PRINT dt$ + na$;
PRINT "Datos Generales"
PRINT "Proyecto : "
PRINT "Cota Piezométrica de Ingreso a la Red (m) : "
PRINT "Número de Mallas en la Red          ."
PRINT "Número Máximo de Tramos en una Malla"
PRINT "Coeficiente C para Tubería Proyectada  ."
DO
  GOSUB titulo: PRINT ti$
DO
  ndi% = 7: GOSUB numero1
  IF nde! < 0 OR nde! > 5000 THEN BEEP
  LOOP UNTIL nde! >= 0 AND nde! <= 5000
  dd(1) = nde!: PRINT USING "####,##"; dd(1)
DO
```

```

    ndi% = 2: GOSUB numero2
    IF nen% < 1 OR nen% > 30 THEN BEEP
    LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= 30
    dd(4) = nen%: PRINT USING "##"; dd(4)
    DO
        ndi% = 2: GOSUB numero2
        IF nen% < 2 OR nen% > 10 THEN BEEP
        LOOP UNTIL nen% >= 2 AND nen% <= 10
        dd(5) = nen%: PRINT USING "##"; dd(5)
    DO
        ndi% = 3: GOSUB numero2
        IF nen% < 50 OR nen% > 160 THEN BEEP
        LOOP UNTIL nen% >= 50 AND nen% <= 160
        dd(6) = nen%: PRINT USING "###"; dd(6)
GOSUB respuesta
LOOP UNTIL nud% = 67
DIM mt%(1 TO dd(4), 1 TO 3), tu$(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM qu!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), lo%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ce%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), cp%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM de%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), dp%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ceq%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), deq!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ct!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), co%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ac!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), re!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
PRINT "Valores de Malla"
PRINT "Número de Malla : "
PRINT "Número de Tramos:"
PRINT "Malla de Inicio para las Presiones:"
PRINT "Tramo de Inicio para las Presiones:"
PRINT "Tramos de Red"
PRINT "Tramo Tubería    Q(lps)    L(m)    C    D(plg)    Cota(m)
Común"
PRINT STRING$(72, 196)
FOR x% = 1 TO dd(4)
    PRINT USING "##"; x%
    DO
        DO
            ndi% = 2: GOSUB numero2
            IF nen% < 2 OR nen% > dd(5) THEN BEEP
            LOOP UNTIL nen% >= 2 AND nen% <= dd(5)
            mt%(x%, 1) = nen%: PRINT USING "##"; mt%(x%, 1)
        DO
            ndi% = 2: GOSUB numero2
            IF nen% < 1 OR nen% > dd(4) THEN BEEP
            LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= dd(4)
            mt%(x%, 2) = nen%: PRINT USING "##"; mt%(x%, 2)
        DO
            ndi% = 2: GOSUB numero2
            IF nen% < 1 OR nen% > dd(5) THEN BEEP
            LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= dd(5)

```

```

mt%(x%, 3) = nen%: PRINT USING "###"; mt%(x%, 3)
GOSUB respuesta
LOOP UNTIL nud% = 67
FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
PRINT USING "###"; y%
DO
PRINT "Tubería: Existente; Proyectada";
PRINT CHR$(69);
PRINT CHR$(80);
DO
w$ = INPUT$(1): num% = ASC(UCASE$(w$))
IF num% <> 69 AND num% <> 80 THEN BEEP
LOOP UNTIL num% = 69 OR num% = 80
tu$(x%, y%) = CHR$(num%): PRINT tu$(x%, y%)
DO
ndi% = 8: GOSUB numero1
IF ABS(nde!) <= 0 OR ABS(nde!) > 1500 THEN BEEP
LOOP UNTIL ABS(nde!) > 0 AND ABS(nde!) <= 1500
qu!(x%, y%) = nde!: PRINT USING "#####.##"; qu!(x%, y%)
DO
ndi% = 3: GOSUB numero2
IF nen% <= 0 OR nen% > 750 THEN BEEP
LOOP UNTIL nen% > 0 AND nen% <= 750
lo%(x%, y%) = nen%: PRINT USING "###"; lo%(x%, y%)
IF tu$(x%, y%) = CHR$(80) THEN
ce%(x%, y%) = 0: cp%(x%, y%) = dd(6): ceq%(x%, y%) = 0
PRINT USING "###"; cp%(x%, y%)
ELSE
cp%(x%, y%) = 0: ceq%(x%, y%) = 0
DO
ndi% = 3: GOSUB numero2
IF nen% < 50 OR nen% > 160 THEN BEEP
LOOP UNTIL nen% >= 50 AND nen% <= 160
ce%(x%, y%) = nen%: PRINT USING "###"; ce%(x%, y%)
END IF
IF tu$(x%, y%) = CHR$(80) THEN
de%(x%, y%) = 0: dp%(x%, y%) = 0: deq!(x%, y%) = 0
PRINT USING "###"; dp%(x%, y%)
ELSE
dp%(x%, y%) = 0: deq!(x%, y%) = 0
DO
ndi% = 2: GOSUB numero2
IF (nen% MOD 2 <> 0) OR (nen% < 4) THEN BEEP
LOOP UNTIL (nen% MOD 2 = 0) AND (nen% >= 4)
de%(x%, y%) = nen%: PRINT USING "###"; de%(x%, y%)
END IF
DO
ndi% = 7: GOSUB numero1
IF nde! < 0 OR nde! > 5000 THEN BEEP

```

```

LOOP UNTIL nde! >= 0 AND nde! <= 5000
ct!(x%, y%) = nde!: PRINT USING "####,##"; ct!(x%, y%)
DO
  ndi% = 2: GOSUB numero2
  IF nen% < 0 AND nen% > dd(4) THEN BEEP
  LOOP UNTIL nen% >= 0 AND nen% <= dd(4)
  co%(x%, y%) = nen%: PRINT USING "##"; co%(x%, y%)
  ac!(x%, y%) = 0: re!(x%, y%) = 0
  GOSUB respuesta
  LOOP UNTIL nud% = 67
NEXT y%
NEXT x%
dd(2) = 1: dd(3) = mt%(1, 1): di$ = CHR$(78): GOSUB gradat
SYSTEM
nombre:
nle% = 0: na$ = ""
DO
  w$ = INPUT$(1)
  IF (ASC(w$) > 47 AND ASC(w$) < 58) OR (ASC(w$) > 64 AND
ASC(w$) < 91) OR (ASC(w$) > 96 AND ASC(w$) < 123) THEN
  IF nle% < 8 THEN
    na$ = na$ + w$: nle% = nle% + 1: PRINT na$
    IF nle% < 8 THEN PRINT CHR$(95)
  ELSE
    BEEP
  END IF
ELSE
  IF ASC(w$) = 8 THEN
    IF nle% > 0 THEN
      na$ = LEFT$(na$, nle% - 1): PRINT na$
      nle% = nle% - 1: PRINT CHR$(95)
    ELSE
      BEEP
    END IF
  ELSE
    IF ASC(w$) = 13 THEN
      na$ = UCASE$(na$)
    ELSE
      BEEP
    END IF
  END IF
END IF
LOOP UNTIL ASC(w$) = 13
RETURN
titulo:
nle% = 0: ti$ = ""
DO
  w$ = INPUT$(1)
  IF (ASC(w$) > 43 AND ASC(w$) < 60) OR (ASC(w$) > 64 AND

```

```

ASC(w$) < 91) OR (ASC(w$) > 96 AND ASC(w$) < 123) OR (ASC(w$)
= 32) THEN
  IF nle% < 40 THEN
    ti$ = ti$ + w$: nle% = nle% + 1: PRINT ti$
    IF nle% < 40 THEN PRINT CHR$(95)
  ELSE
    BEEP
  END IF
ELSE
  IF ASC(w$) = 8 THEN
    IF nle% > 0 THEN
      ti$ = LEFT$(ti$, nle% - 1): PRINT ti$
      nle% = nle% - 1: PRINT CHR$(95)
    ELSE
      BEEP
    END IF
  ELSE
    IF ASC(w$) = 13 THEN
      ti$ = UCASE$(ti$)
    ELSE
      BEEP
    END IF
  END IF
END IF
LOOP UNTIL ASC(w$) = 13
RETURN
numero1:
nle% = 0: nn$ = ""
DO
  w$ = INPUT$(1)
  IF (ASC(w$) > 44 AND ASC(w$) < 47) OR (ASC(w$) > 47 AND
ASC(w$) < 58) THEN
    IF nle% < ndi% THEN
      nn$ = nn$ + w$: nle% = nle% + 1: PRINT nn$
      IF nle% < ndi% THEN PRINT CHR$(95)
    ELSE
      BEEP
    END IF
  ELSE
    IF ASC(w$) = 8 THEN
      IF nle% > 0 THEN
        nn$ = LEFT$(nn$, nle% - 1): PRINT nn$
        nle% = nle% - 1: PRINT CHR$(95)
      ELSE
        BEEP
      END IF
    ELSE
      IF ASC(w$) = 13 THEN
        nde! = VAL(nn$)

```

```

    ELSE
      BEEP
    END IF
  END IF
END IF
LOOP UNTIL ASC(w$) = 13
RETURN
numero2:
nle% = 0: nn$ = ""
DO
  w$ = INPUT$(1)
  IF (ASC(w$) > 47 AND ASC(w$) < 58) THEN
    IF nle% < ndi% THEN
      nn$ = nn$ + w$: nle% = nle% + 1: PRINT nn$
      IF nle% < ndi% THEN PRINT CHR$(95)
    ELSE
      BEEP
    END IF
  ELSE
    IF ASC(w$) = 8 THEN
      IF nle% > 0 THEN
        nn$ = LEFT$(nn$, nle% - 1): PRINT nn$
        nle% = nle% - 1: PRINT CHR$(95)
      ELSE
        BEEP
      END IF
    ELSE
      IF ASC(w$) = 13 THEN
        nen% = VAL(nn$)
      ELSE
        BEEP
      END IF
    END IF
  END IF
LOOP UNTIL ASC(w$) = 13
RETURN
gradat:
OPEN dt$ + na$ + ".dnc" FOR OUTPUT AS #1
WRITE #1, ti$, di$
FOR x% = 1 TO 6: WRITE #1, dd(x%): NEXT x%
FOR x% = 1 TO dd(4): WRITE #1, mt%(x%, 1), mt%(x%, 2), mt%(x%,
3): NEXT x%
FOR x% = 1 TO dd(4)
  FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
    WRITE #1, tu$(x%, y%), qu!(x%, y%), lo%(x%, y%), ce%(x%, y%),
    cp%(x%, y%), ceq%(x%, y%), de%(x%, y%), dp%(x%, y%), deq!(x%,
y%), ctl(x%, y%), co%(x%, y%), acl(x%, y%), re!(x%, y%)
  NEXT y%
NEXT x%

```

```

CLOSE #1
RETURN
respuesta:
PRINT "Datos: Correctos; Incorrectos";
DO
  w$ = INPUT$(1): nud% = ASC(UCASE$(w$))
  IF nud% <> 67 AND nud% <> 73 THEN BEEP
  LOOP UNTIL nud% = 67 OR nud% = 73
RETURN
salida:
na$ = "": SYSTEM
RETURN

```

5.3 NET02: UTILIZAR EXISTENTE

```

PRINT dt$ + ".DHC"
SHELL "DIR" + " " + LEFT$(dt$, 13) + ">" + dt$ + "DIRFILE"
DIM ae$(1 TO 15)
GOSUB archivo
IF nae% > 15 THEN nae% = 15
FOR x% = 1 TO nae%: PRINT ae$(x%): NEXT x%
PRINT CHR$(32) + ae$(1) + CHR$(32)
nli% = 1
DO
  ff$ = ""
  WHILE ff$ = "": ff$ = INKEY$: WEND
  IF ASC(MID$(ff$, 1, 1)) = 0 THEN
    IF ASC(MID$(ff$, 2, 1)) = 80 THEN
      IF nli% < nae% THEN
        PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
        nli% = nli% + 1
        PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
      END IF
    END IF
    IF ASC(MID$(ff$, 2, 1)) = 72 THEN
      IF nli% > 1 THEN
        PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
        nli% = nli% - 1
        PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
      END IF
    END IF
  END IF
  LOOP UNTIL ASC(MID$(ff$, 1, 1)) = 13
na$ = RTRIM$(LEFT$(ae$(nli%), 8))
PRINT dt$ + na$;
SYSTEM
archivo:
OPEN dt$ + "DIRFILE" FOR INPUT AS #1

```



```

nae% = 0
DO
  LINE INPUT #1, nf$: ea$ = MID$(nf$, 10, 3)
  IF ea$ = "DHC" THEN
    nae% = nae% + 1
    IF nae% <= 14 THEN ae$(nae%) = LEFT$(nf$, 8) + " ." + MID$(nf$,
      10, 3)
  END IF
LOOP UNTIL EOF(1)
CLOSE #1
KILL dt$ + "DIRFILE"
RETURN

```

5.4 NET03: GRABAR COMO

```

PRINT "Nombre del nuevo archivo a grabar :"  

GOSUB nombre  

IF nn$ = "" THEN  

  PRINT "Nombre de archivo incorrecto ...": BEEP  

ELSE  

  PRINT nn$  

  IF nn$ = na$ THEN  

    PRINT "Nombre de archivo igual al activo ...": BEEP  

  ELSE  

    SHELL "COPY" + " " + dt$ + na$ + ".dhc" + " " + dt$ + nn$ + ".dhc"  

    na$ = nn$: PRINT dt$ + na$;  

  END IF  

END IF  

SYSTEM

```

5.5 NET04: BORRAR ARCHIVOS

```

PRINT dt$ + ".DHC"  

SHELL "DIR" + " " + LEFT$(dt$, 13) + ">" + dt$ + "DIRFILE"  

DIM ae$(1 TO 15)  

GOSUB encontrar  

IF nae% = 0 THEN  

  PRINT "No existen archivos ...": GOSUB salida: SYSTEM  

END IF  

IF nae% > 15 THEN nae% = 15  

FOR x% = 1 TO nae%: PRINT ae$(x%): NEXT x%  

PRINT CHR$(32) + ae$(1) + CHR$(32)  

nli% = 1  

DO  

  ff$ = ""  

  WHILE ff$ = "": ff$ = INKEY$: WEND  

  IF ASC(MID$(ff$, 1, 1)) = 0 THEN

```

```

IF ASC(MID$(ff$, 2, 1)) = 80 THEN
  IF nli% < nae% THEN
    PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
    nli% = nli% + 1
    PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
  END IF
END IF
IF ASC(MID$(ff$, 2, 1)) = 72 THEN
  IF nli% > 1 THEN
    PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
    nli% = nli% - 1
    PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
  END IF
END IF
END IF
IF ASC(MID$(ff$, 1, 1)) = 13 AND nae% <> 0 THEN
  GOSUB borrar
  IF boa% = 83 THEN
    fe$ = RTRIM$(LEFT$(ae$(nli%), 8)): KILL dt$ + fe$ + ".?hc"
    nae% = nae% - 1
    IF nae% = 0 THEN PRINT "No existen archivos ..."
    IF fe$ = na$ THEN
      na$ = "": PRINT dt$ + STRING$(8, 32);
    END IF
    FOR x% = nli% TO nae%: ae$(x%) = ae$(x% + 1): NEXT x%
    FOR x% = 1 TO nae%: PRINT ae$(x%): NEXT x%
    IF nli% = nae% + 1 THEN nli% = nli% - 1
    IF nli% > 0 THEN
      PRINT CHR$(32) + ae$(nli%) + CHR$(32)
    END IF
  END IF
END IF
LOOP UNTIL ASC(MID$(ff$, 1, 1)) = 27
SYSTEM
encontrar:
  OPEN dt$ + "DIRFILE" FOR INPUT AS #1
  nae% = 0
  DO
    LINE INPUT #1, nf$: ea$ = MID$(nf$, 10, 3)
    IF ea$ = "DHC" THEN
      nae% = nae% + 1
      IF nae% <= 14 THEN ae$(nae%) = LEFT$(nf$, 8) + " ." + MID$(nf$,
        10, 3)
    END IF
  LOOP UNTIL EOF(1)
  CLOSE #1
  KILL dt$ + "DIRFILE"
RETURN
borrar:

```

```

PRINT "Borrar archivos: Si; No";
DO
  w$ = INPUT$(1): boa% = ASC(UCASE$(w$))
  IF boa% <> 83 AND boa% <> 78 THEN BEEP
  LOOP UNTIL boa% = 83 OR boa% = 78
RETURN

```

5.6 NET05: LISTAR ARCHIVOS

```

PRINT dt$ + "**.?HC"
SHELL "DIR" + " " + LEFT$(dt$, 13) + ">" + dt$ + "DIRFILE"
OPEN dt$ + "DIRFILE" FOR INPUT AS #1
  nli% = 8: nae% = 0: nco% = 1
  DO
    LINE INPUT #1, nf$: ea$ = MID$(nf$, 10, 3)
    IF ea$ = "DHC" OR ea$ = "RHC" OR ea$ = "CHC" THEN
      nf$ = LEFT$(nf$, 8) + " ." + MID$(nf$, 10, 3)
      IF nco% = 1 THEN PRINT nf$
      IF nco% = 2 THEN PRINT nf$
      IF nco% = 3 THEN PRINT nf$: nli% = nli% + 1
      nco% = nco% + 1
      IF nco% > 3 THEN nco% = 1
      nae% = nae% + 1
    END IF
  LOOP UNTIL EOF(1)
CLOSE #1
KILL dt$ + "DIRFILE"
IF nae% = 0 THEN PRINT "No existen archivos ..."
SYSTEM

```

5.7 NET06: DATOS GENERALES

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
PRINT "Proyecto : "
PRINT "Cota Piezométrica de Ingreso a la Red (m) : "
PRINT "Número de Mallas en la Red ."
PRINT "Número Máximo de Tramos en una Malla ."
PRINT ti$
PRINT USING "####,##"; dd(1)
PRINT USING "##"; dd(4)
PRINT USING "##"; dd(5)
DO
  GOSUB titulo
  IF nti$ <> "" THEN ti$ = nti$
  PRINT ti$
DO

```

```

ndi% = 7: GOSUB numero1
IF nde! < 0 OR nde! > 5000 THEN BEEP
LOOP UNTIL nde! >= 0 AND nde! <= 5000
IF nde! <> 0 THEN dd(1) = nde!
PRINT USING "####.##"; dd(1)
DO
ndi% = 2: GOSUB numero2
IF nen% < 0 OR nen% > 30 THEN BEEP
LOOP UNTIL nen% >= 0 AND nen% <= 30
IF nen% <> 0 THEN dd(4) = nen%
PRINT USING "##"; dd(4)
DO
ndi% = 2: GOSUB numero2
IF nen% = 1 OR nen% > 10 THEN BEEP
LOOP UNTIL (nen% >= 2 AND nen% <= 10) OR nen% = 0
IF nen% <> 0 THEN dd(5) = nen%
PRINT USING "##"; dd(5)
GOSUB respuesta
LOOP UNTIL num% = 67
GOSUB gradat
SYSTEM
respuesta:
PRINT "Modificación: Correcta; Incorrecta";
DO
w$ = INPUT$(1): num% = ASC(UCASE$(w$))
IF num% <> 67 AND num% <> 73 THEN BEEP
LOOP UNTIL num% = 67 OR num% = 73
RETURN
recdat:
OPEN dt$ + na$ + ".dnc" FOR INPUT AS #1
INPUT #1, ti$, di$
FOR x% = 1 TO 6: INPUT #1, dd(x%): NEXT x%
DIM mt%(1 TO dd(4), 1 TO 3), tu$(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM qu!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), lo%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ce%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), cp%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM de%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), dp%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ceq%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), deq!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ct!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), co%(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
DIM ac!(1 TO dd(4), 1 TO dd(5)), rel(1 TO dd(4), 1 TO dd(5))
FOR x% = 1 TO dd(4): INPUT #1, mt%(x%, 1), mt%(x%, 2), mt%(x%, 3):
NEXT x%
FOR x% = 1 TO dd(4)
FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
INPUT #1, tu$(x%, y%), qu!(x%, y%), lo%(x%, y%), ce%(x%, y%),
cp%(x%, y%), ceq%(x%, y%), de%(x%, y%), dp%(x%, y%), deq!(x%,
y%), ct!(x%, y%), co%(x%, y%), ac!(x%, y%), rel(x%, y%)
NEXT y%
NEXT x%
CLOSE #1

```

RETURN

5.8 NET07: VALORES DE MALLA

```
DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
PRINT "Número de Malla          ."
PRINT "Número de Tramos en la Malla      ."
PRINT "Malla de Inicio para las Presiones :"
```

5.9 NET08: TRAMOS DE RED

```
DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
PRINT "Número de Malla          .°"
PRINT "Número de Tramo          :°"
PRINT "Tubería Existente o Proyectada :°"
PRINT "Caudal (litros/segundo)  .°"
PRINT "Longitud (metros)        .°"
PRINT "Coeficiente C de Rugosidad .°"
PRINT "Diámetro (pulgadas)      .°"
PRINT "Cota de Terreno (metros)  .°"
PRINT "Malla Común              .°"
DO
  DO
    ndi% = 2: GOSUB numero2
    IF nen% < 1 OR nen% > dd(4) THEN BEEP
    LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= dd(4)
    nma% = nen%: PRINT USING "##"; nma%
  DO
    ndi% = 2: GOSUB numero2
    IF nen% < 1 OR nen% > mt%(nma%, 1) THEN BEEP
    LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= mt%(nma%, 1)
    ntr% = nen%: PRINT USING "##"; ntr%
    PRINT tu$(nma%, ntr%)
    PRINT USING "#####.##"; qu!(nma%, ntr%)
    PRINT USING "###"; lo%(nma%, ntr%)
    IF tu$(nma%, ntr%) = CHR$(80) THEN
      PRINT USING "###"; cp%(nma%, ntr%)
      PRINT USING "##"; dp%(nma%, ntr%)
    ELSE
      PRINT USING "###"; ce%(nma%, ntr%)
      PRINT USING "##"; de%(nma%, ntr%)
    END IF
    PRINT USING "#####.##"; ct!(nma%, ntr%)
    PRINT USING "##"; co%(nma%, ntr%)
    PRINT CHR$(95)
    PRINT "Tuberia: Existente; Proyectada";
  DO
    w$ = INPUT$(1): nut% = ASC(UCASE$(w$))
    IF nut% <> 69 AND nut% <> 80 AND nut% <> 13 THEN BEEP
    LOOP UNTIL nut% = 69 OR nut% = 80 OR nut% = 13
    IF nut% = 69 OR nut% = 80 THEN tu$(nma%, ntr%) = CHR$(nut%)
    PRINT tu$(nma%, ntr%)
  DO
    ndi% = 8: GOSUB numero1
    IF ABS(nde!) < 0 OR ABS(nde!) > 1500 THEN BEEP
    LOOP UNTIL ABS(nde!) >= 0 AND ABS(nde!) <= 1500
    IF ABS(nde!) <> 0 THEN qu!(nma%, ntr%) = nde!
```

```

PRINT USING "####,##"; qu!(nma%, ntr%)
DO
  ndi% = 3: GOSUB numero2
  IF nen% < 0 OR nen% > 750 THEN BEEP
  LOOP UNTIL nen% >= 0 AND nen% <= 750
  IF nen% <> 0 THEN lo%(nma%, ntr%) = nen%
  PRINT USING "###"; lo%(nma%, ntr%)
DO
  ndi% = 3: GOSUB numero2
  IF (nen% > 0 AND nen% < 50) OR nen% > 150 THEN BEEP
  LOOP UNTIL (nen% >= 50 AND nen% <= 150) OR nen% = 0
  IF tu$(nma%, ntr%) = CHR$(80) THEN
    IF nen% <> 0 THEN cp%(nma%, ntr%) = nen%
    PRINT USING "###"; cp%(nma%, ntr%)
  ELSE
    IF nen% <> 0 THEN ce%(nma%, ntr%) = nen%
    PRINT USING "###"; ce%(nma%, ntr%)
  END IF
  IF tu$(nma%, ntr%) = CHR$(80) THEN
    PRINT USING "##"; dp%(nma%, ntr%)
  ELSE
    DO
      ndi% = 2: GOSUB numero2
      IF (nen% MOD 2 <> 0) OR (nen% > 0 AND nen% < 4) THEN BEEP
      LOOP UNTIL (nen% MOD 2 = 0 AND nen% >= 4) OR nen% = 0
      IF nen% <> 0 THEN de%(nma%, ntr%) = nen%
      PRINT USING "##"; de%(nma%, ntr%)
    END IF
  DO
    ndi% = 7: GOSUB numero1
    IF nde! < 0 OR nde! > 5000 THEN BEEP
    LOOP UNTIL nde! >= 0 AND nde! <= 5000
    IF nde! <> 0 THEN ct!(nma%, ntr%) = nde!
    PRINT USING "####,##"; ct!(nma%, ntr%)
    DO
      ndi% = 2: GOSUB numero2
      IF nen% < 0 OR nen% > dd(4) THEN BEEP
      LOOP UNTIL nen% >= 0 AND nen% <= dd(4)
      co%(nma%, ntr%) = nen%: PRINT USING "##"; co%(nma%, ntr%)
      GOSUB modficar
    LOOP UNTIL num% = 83
    GOSUB gradat
  SYSTEM

```

5.10 NET09: DIAMETROS INICIALES

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat

```



```

di$ = CHR$(83)
PRINT "Malla No. : "
PRINT "Coeficiente C      Diámetro(plg)"
PRINT "Tramo Tuberia    Q(lps)  Exis. Proy.  Equi.  Exis. Proy.
Equi."
PRINT STRING$(72, 196)
FOR x% = 1 TO dd(4)
  PRINT USING "##"; x%
  FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
    PRINT USING "##"; y%
    PRINT tu$(x%, y%)
    PRINT USING "#####.##"; qu!(x%, y%)
    IF tu$(x%, y%) = CHR$(80) THEN
      ceq%(x%, y%) = cp%(x%, y%): di = 2 * INT(1.13 * ABS(qu!(x%, y%))
      ^ .38 + .5)
      IF di >= 4 THEN
        dp%(x%, y%) = di: deq!(x%, y%) = di
      ELSE
        dp%(x%, y%) = 4: deq!(x%, y%) = 4
      END IF
    ELSE
      di = 2 * INT(1.13 * ABS(qu!(x%, y%)) ^ .38 + .5)
      IF di > de%(x%, y%) THEN
        cp%(x%, y%) = dd(6): ceq%(x%, y%) = INT(.5 * (ce%(x%, y%) +
        cp%(x%, y%)))
        di = 2 * INT(.5 * (8.54 * ABS(qu!(x%, y%)) - de%(x%, y%) ^ 2.63) ^
        .38 + .5)
        IF di >= 4 THEN
          IF di > 20 THEN
            dp%(x%, y%) = 4 * INT(.25 * (8.54 * ABS(qu!(x%, y%)) - de%(x%,
            y%) ^ 2.63) ^ .38 + .5)
          ELSE
            dp%(x%, y%) = di
          END IF
        ELSE
          dp%(x%, y%) = 4
        END IF
        deq!(x%, y%) = ((ce%(x%, y%) * de%(x%, y%) ^ 2.63 + cp%(x%,
        y%) * dp%(x%, y%) ^ 2.63) / ceq%(x%, y%)) ^ (1 / 2.63)
      ELSE
        ceq%(x%, y%) = ce%(x%, y%): deq!(x%, y%) = de%(x%, y%)
      END IF
    END IF
  END IF
  PRINT USING "###"; ce%(x%, y%)
  PRINT USING "###"; cp%(x%, y%)
  PRINT USING "###"; ceq%(x%, y%)
  PRINT USING "##"; de%(x%, y%)
  PRINT USING "##"; dp%(x%, y%)
  PRINT USING "##.##"; deq!(x%, y%)

```

```

NEXT y%
NEXT x%
GOSUB gradat
SYSTEM

```

5.11 NET10: REDES MATRICES

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
PRINT "Número de Iteraciones :"

```

```

    shfl(x%) = shfl(x%) + hfl(x%, y%): shql(x%) = shql(x%) + hql(x%, y%)
NEXT y%
    cqu!(x%) = -.5405 * shfl(x%) / shql(x%)
NEXT x%
IF dd(4) <= 10 THEN
    FOR x% = 1 TO dd(4)
        PRINT USING "## ####.#####"; x%, cqu!(x%)
    NEXT x%
ELSE
    FOR x% = 1 TO 10
        PRINT USING "## ####.#####"; x%, cqu!(x%)
    NEXT x%
    IF dd(4) <= 20 THEN
        FOR x% = 11 TO dd(4)
            PRINT USING "## ####.#####"; x%, cqu!(x%)
        NEXT x%
    ELSE
        FOR x% = 11 TO 20
            PRINT USING "## ####.#####"; x%, cqu!(x%)
        NEXT x%
        FOR x% = 21 TO dd(4)
            PRINT USING "## ####.#####"; x%, cqu!(x%)
        NEXT x%
    END IF
END IF
scqu! = 0
FOR x% = 1 TO dd(4): scqu! = scqu! + ABS(cqu!(x%)): NEXT x%
PRINT USING "##.#####"; scqu!
IF scqu! > er! THEN
    FOR x% = 1 TO dd(4)
        FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
            qeq!(x%, y%) = qeq!(x%, y%) + cqu!(x%)
            IF co%(x%, y%) <> 0 THEN qeq!(x%, y%) = qeq!(x%, y%) -
                cqu!(co%(x%, y%))
        NEXT y%
    NEXT x%
END IF
LOOP UNTIL scqu! < er!
pi!(dd(2), dd(3)) = dd(1)
FOR x% = 1 TO dd(4)
    pi!(x%, 1) = pi!(mt%(x%, 2), mt%(x%, 3)) - hfl(x%, 1)
    pr!(x%, 1) = pi!(x%, 1) - ct!(x%, 1)
    FOR y% = 2 TO mt%(x%, 1)
        pi!(x%, y%) = pi!(x%, y% - 1) - hfl(x%, y%)
        pr!(x%, y%) = pi!(x%, y%) - ct!(x%, y%)
    NEXT y%
NEXT x%
FOR x% = 1 TO dd(4)
    FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)

```

```

IF tu$(x%, y%) = CHR$(80) THEN
  qe!(x%, y%) = 0: qp!(x%, y%) = qeq!(x%, y%)
  ve!(x%, y%) = 0: vp!(x%, y%) = 1.974 * qp!(x%, y%) / dp%(x%, y%) ^
  2
ELSE
  IF dp%(x%, y%) = 0 THEN
    qp!(x%, y%) = 0: qe!(x%, y%) = qeq!(x%, y%)
    vp!(x%, y%) = 0: ve!(x%, y%) = 1.974 * qe!(x%, y%) / de%(x%, y%) ^
    2
  ELSE
    IF qeq!(x%, y%) >= 0 THEN
      qe!(x%, y%) = ce%(x%, y%) * ((hft!(x%, y%) * de%(x%, y%) ^ 4.87)
      / (1741! * lo%(x%, y%))) ^ (1 / 1.85)
      qp!(x%, y%) = cp%(x%, y%) * ((hft!(x%, y%) * dp%(x%, y%) ^ 4.87)
      / (1741! * lo%(x%, y%))) ^ (1 / 1.85)
    ELSE
      qe!(x%, y%) = -ce%(x%, y%) * ((ABS(hft!(x%, y%)) * de%(x%, y%) ^
      4.87) / (1741! * lo%(x%, y%))) ^ (1 / 1.85)
      qp!(x%, y%) = -cp%(x%, y%) * ((ABS(hft!(x%, y%)) * dp%(x%, y%) ^
      4.87) / (1741! * lo%(x%, y%))) ^ (1 / 1.85)
    END IF
    ve!(x%, y%) = 1.974 * qe!(x%, y%) / de%(x%, y%) ^ 2
    vp!(x%, y%) = 1.974 * qp!(x%, y%) / dp%(x%, y%) ^ 2
  END IF
END IF
NEXT y%
NEXT x%
OPEN dt$ + na$ + ".rhc" FOR OUTPUT AS #1
WRITE #1, ti$, dd(4), dd(5)
FOR x% = 1 TO dd(4): WRITE #1, mt%(x%, 1): NEXT x%
FOR x% = 1 TO dd(4)
  FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
    WRITE #1, tu$(x%, y%), lo%(x%, y%), ce%(x%, y%), cp%(x%, y%),
    de%(x%, y%), dp%(x%, y%), qe!(x%, y%), qp!(x%, y%), ve!(x%, y%),
    vp!(x%, y%), ct!(x%, y%), hft!(x%, y%), hfal(x%, y%), hfr!(x%, y%),
    pil(x%, y%), prl(x%, y%)
  NEXT y%
NEXT x%
CLOSE #1
SYSTEM

```

5.12 NET11: COSTO DE REDES

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
DIM dc%(1 TO 13), lt%(1 TO 13), coul(1 TO 13), cot#(1 TO 13), kol(1 TO
2)
FOR x% = 1 TO 9: dc%(x%) = 2 * (x% + 1): NEXT x%

```

```

FOR x% = 1 TO 4: dc%(9 + x%) = 4 * (x% + 5): NEXT x%
FOR x% = 1 TO 13: lt%(x%) = 0: NEXT x%
FOR y% = 1 TO mt%(1, 1)
  IF dp%(1, y%) <> 0 THEN
    FOR z% = 1 TO 13
      IF dc%(z%) = dp%(1, y%) THEN lt%(z%) = lt%(z%) + lo%(1, y%)
    NEXT z%
  END IF
NEXT y%
IF dd(4) > 1 THEN
  FOR x% = 2 TO dd(4)
    FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
      IF dp%(x%, y%) <> 0 THEN
        IF co%(x%, y%) = 0 THEN
          FOR z% = 1 TO 13
            IF dc%(z%) = dp%(x%, y%) THEN lt%(z%) = lt%(z%) + lo%(x%,
              y%)
          NEXT z%
        END IF
        IF co%(x%, y%) > x% THEN
          FOR z% = 1 TO 13
            IF dc%(z%) = dp%(x%, y%) THEN lt%(z%) = lt%(z%) + lo%(x%,
              y%)
          NEXT z%
        END IF
      END IF
    NEXT y%
  NEXT x%
END IF
GOSUB costo
IF nuc% = 70 THEN
  PRINT CHR$(101)
  PRINT "Fórmula de Costo: C = K D"
  PRINT "donde: D = Diámetro de la tubería (plg)"
  PRINT "e = Exponente"
  PRINT "K = Coeficiente"
  PRINT "C = Costo unitario ($/m)"
  PRINT "Exponente   : "
  PRINT "Coeficiente  : "
  DO
    FOR x% = 1 TO 2
      DO
        ndi% = 6: GOSUB numero1
        IF nde! > 99.999 THEN BEEP
        LOOP UNTIL nde! <= 99.999
        kol(x%) = nde!: PRINT USING "##.###"; kol(x%)
      NEXT x%
    GOSUB respuesta
  LOOP UNTIL nur% = 67

```

```

END IF
PRINT "No.   Diam.(plg)   Long.(m)   Parcial ($)   Total ($)"
PRINT STRING$(61, 196): ntu% = 1
FOR x% = 1 TO 13
  IF It%(x%) <> 0 THEN
    PRINT USING "###      ##      #####,"; ntu%, dc%(x%), It%(x%)
    ntu% = ntu% + 1
  END IF
NEXT x%
IF nuc% = 70 THEN
  ntu% = 1: toc# = 0!
  FOR x% = 1 TO 13
    cou!(x%) = ko!(2) * dc%(x%) ^ ko!(1)
    cot#(x%) = cou!(x%) * It%(x%)
    IF It%(x%) <> 0 THEN
      PRINT USING "###.##      #####.## "; cou!(x%), cot#(x%)
      toc# = toc# + cot#(x%): ntu% = ntu% + 1
    END IF
  NEXT x%
ELSE
  DO
    ntu% = 1: toc# = 0!
    FOR x% = 1 TO 13
      IF It%(x%) <> 0 THEN
        DO
          ndi% = 6: GOSUB numero1
          IF ndel > 999.99 THEN BEEP
          LOOP UNTIL ndel! <= 999.99
          cou!(x%) = ndel!: cot#(x%) = cou!(x%) * It%(x%)
          PRINT USING "###.##      #####.##"; cou!(x%), cot#(x%)
          toc# = toc# + cot#(x%): ntu% = ntu% + 1
        END IF
      END IF
    NEXT x%
    GOSUB respuesta
  LOOP UNTIL nur% = 67
END IF
PRINT STRING$(13, 196)
PRINT "Total ($)"
PRINT USING "#####.##"; toc#
ntu% = ntu% - 1
OPEN dt$ + na$ + ".chc" FOR OUTPUT AS #1
WRITE #1, ti$, ntu%, toc#
FOR x% = 1 TO 13
  IF It%(x%) <> 0 THEN WRITE #1, dc%(x%), It%(x%), cou!(x%),
  cot#(x%)
NEXT x%
CLOSE #1
SYSTEM
costo:

```

```

PRINT "Costo: Fórmula; Unitario";
DO
  w$ = INPUT$(1); nuc% = ASC(UCASE$(w$))
  IF nuc% <> 70 AND nuc% <> 85 THEN BEEP
  LOOP UNTIL nuc% = 70 OR nuc% = 85
RETURN

```

5.13 NET12: DATOS DE REDES

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
GOSUB generales: ma% = 0
DO
  op$ = ""
  WHILE op$ = "": op$ = INKEY$: WEND
  IF ASC(op$) = 0 THEN
    IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 73 OR ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 81 THEN
      IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 73 THEN
        IF ma% = 1 THEN ma% = 0: GOSUB borrador: GOSUB generales
        IF ma% > 1 THEN ma% = ma% - 1: GOSUB malla
      END IF
      IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 81 THEN
        IF ma% < dd(4) THEN
          IF ma% = 0 THEN GOSUB borrador
          ma% = ma% + 1: GOSUB malla
        END IF
      END IF
    ELSE
      IF ASC(op$) <> 27 THEN BEEP
    END IF
  ELSE
    IF ASC(op$) <> 27 THEN BEEP
  END IF
LOOP UNTIL ASC(op$) = 27
SYSTEM
generales:
PRINT "Datos Generales"
PRINT "Proyecto : "
PRINT "Cota Piezométrica de Ingreso a la Red (m) : "
PRINT "Número de Mallas en la Red      ."
PRINT "Número Máximo en Tramos en una Malla  ."
PRINT ti$
PRINT USING "####.##"; dd(1)
PRINT USING "##"; dd(4)
PRINT USING "##"; dd(5)
RETURN
malla:
PRINT "Valores de Malla"

```



```

PRINT "Número de Malla :"  

PRINT "Número de Tramos :"  

PRINT "Malla de Inicio para las Presiones :"  

PRINT "Tramo de Inicio para las Presiones :"  

PRINT USING "##"; ma%  

PRINT USING "##"; mt%(ma%, 1)  

PRINT USING "##"; mt%(ma%, 2)  

PRINT USING "##"; mt%(ma%, 3)  

PRINT "Tramos de Red"  

PRINT "Tramo Tuber. Q(lps) L(m) C D(plg) Cota(m) Común  

Acc. Red."  

PRINT STRING$(76, 196)  

FOR x% = 1 TO mt%(ma%, 1)  

PRINT USING "##"; x%  

PRINT tu$(ma%, x%)  

PRINT USING "#####.## ###"; qu!(ma%, x%), lo%(ma%, x%)  

IF tu$(ma%, x%) = CHR$(80) THEN  

PRINT USING "### ##"; cp%(ma%, x%), dp%(ma%, x%)  

ELSE  

PRINT USING "### ##"; ce%(ma%, x%), de%(ma%, x%)  

END IF  

PRINT USING "#####.## ###"; ct!(ma%, x%), co%(ma%, x%)  

PRINT USING "##.# ##.#"; ac!(ma%, x%), re!(ma%, x%)  

NEXT x%  

RETURN  

borrador:  

FOR x% = 1 TO 17: LOCATE x% + 5, 3: PRINT STRING$(76, 32):  

NEXT x%  

RETURN

```

5.14 NET13: RESULTADOS OBTENIDOS

```

GOSUB recres  

PRINT "Malla No. :"  

PRINT "Tr. Caudal (lps) D(plg) V (m/s) Pérdida de Carga(m)  

Pres."  

PRINT " Exis. Proy. Ex. Pr. Exi. Pro. Tub. Acc. Red.  

(m)"  

PRINT STRING$(76, 196)  

mm% = 1: GOSUB malla  

DO  

op$ = ""  

WHILE op$ = "": op$ = INKEY$: WEND  

IF ASC(op$) = 0 THEN  

IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 73 OR ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 81 THEN  

IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 73 THEN  

IF mm% > 1 THEN mm% = mm% - 1: GOSUB malla  

END IF

```

```

IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 81 THEN
  IF mm% < ma% THEN mm% = mm% + 1: GOSUB malla
END IF
ELSE
  IF ASC(op$) <> 27 THEN BEEP
END IF
ELSE
  IF ASC(op$) <> 27 THEN BEEP
END IF
LOOP UNTIL ASC(op$) = 27
SYSTEM
malla:
PRINT USING "###"; mm%
FOR x% = 1 TO mt%(mm%, 1)
  PRINT USING "## #####, ##"; x%, qe!(mm%, x%)
  PRINT USING "#####, ## ##"; qp!(mm%, x%), de%(mm%, x%)
  PRINT USING "## ###.##"; dp%(mm%, x%), ve!(mm%, x%)
  PRINT USING "###.## ###.##"; vp!(mm%, x%), hft!(mm%, x%)
  PRINT USING "###.## ###.##"; hfa!(mm%, x%), hfr!(mm%, x%)
  PRINT USING "###.##"; pr!(mm%, x%)
NEXT x%
RETURN
recres:
OPEN dt$ + na$ + ".rhc" FOR INPUT AS #1
  INPUT #1, ti$, ma%, tr%
  DIM mt%(1 TO ma%, 1 TO 1), tu$(1 TO ma%, 1 TO tr%), lo%(1 TO
  ma%, 1 TO tr%)
  DIM ce%(1 TO ma%, 1 TO tr%), cp%(1 TO ma%, 1 TO tr%), de%(1
  TO ma%, 1 TO tr%)
  DIM dp%(1 TO ma%, 1 TO tr%), qe!(1 TO ma%, 1 TO tr%), qp!(1 TO
  ma%, 1 TO tr%)
  DIM ve!(1 TO ma%, 1 TO tr%), vp!(1 TO ma%, 1 TO tr%), ct!(1 TO
  ma%, 1 TO tr%)
  DIM hft!(1 TO ma%, 1 TO tr%), hfa!(1 TO ma%, 1 TO tr%)
  DIM hfr!(1 TO ma%, 1 TO tr%), pi!(1 TO ma%, 1 TO tr%), pr!(1 TO
  ma%, 1 TO tr%)
  FOR x% = 1 TO ma%
    INPUT #1, mt%(x%, 1)
  NEXT x%
  FOR x% = 1 TO ma%
    FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
      INPUT #1, tu$(x%, y%), lo%(x%, y%), ce%(x%, y%), cp%(x%, y%),
      de%(x%, y%), dp%(x%, y%), qe!(x%, y%), qp!(x%, y%), ve!(x%, y%),
      vp!(x%, y%), ct!(x%, y%), hft!(x%, y%), hfa!(x%, y%), hfr!(x%, y%),
      pi!(x%, y%), pr!(x%, y%)
    NEXT y%
  NEXT x%
CLOSE #1
RETURN

```

5.15 NET14: DATOS DE REDES

```
DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
GOSUB papel
ON ERROR GOTO errores
WIDTH "LPT1:", 80
GOSUB cabecera
LPRINT CHR$(27); "G";
LPRINT
LPRINT CHR$(14); "DATOS DE REDES MATRICES";
LPRINT CHR$(20)
LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT "Proyecto :";
LPRINT ti$
LPRINT "Cota piezometrica de ingreso a la red (m) :";
LPRINT USING "####,##"; dd(1)
LPRINT "Numero de mallas en la red          :";
LPRINT USING "##"; dd(4)
LPRINT "Numero maximo de tramos en una malla :";
LPRINT USING "##"; dd(5)
LPRINT : LPRINT
LPRINT "Malla      Tramos      Malla Inicio      Tramo Inicio"
FOR x% = 1 TO dd(4)
  LPRINT USING "##          ##"; x%, mt%(x%, 1);
  LPRINT USING "##          ##"; mt%(x%, 2), mt%(x%, 3)
NEXT x%
LPRINT : LPRINT
nli% = 13 + dd(4)
FOR x% = 1 TO dd(4)
  GOSUB cambiar
  LPRINT "Malla No. :";
  LPRINT USING "##"; x%
  nli% = nli% + 1: GOSUB cambiar
  LPRINT "Tr. Tub.  Q(lps)  L(m)  C  D(plg)  CoT(m)  Com.  Acc  Red"
  nli% = nli% + 1
  FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
    GOSUB cambiar
    LPRINT USING "##"; y%;
    LPRINT tu$(x%, y%);
    LPRINT USING "#####.## ##"; qu!(x%, y%), lo%(x%, y%);
    IF tu$(x%, y%) = CHR$(69) THEN
      LPRINT USING "### ##"; ce%(x%, y%), de%(x%, y%);
    ELSE
      LPRINT USING "### ##"; cp%(x%, y%), dp%(x%, y%);
    END IF
    LPRINT USING "#####.## ##"; ct!(x%, y%), co%(x%, y%);
    LPRINT USING "##.## ##.##"; ac!(x%, y%), re!(x%, y%)
    nli% = nli% + 1
```

```

NEXT y%
LPRINT
nli% = nli% + 1: GOSUB cambiar
LPRINT
nli% = nli% + 1
NEXT x%
LPRINT CHR$(27); "H";
SYSTEM
papel:
PRINT "Papel: Continuo; A4";
DO
  w$ = INPUT$(1): nup% = ASC(UCASE$(w$))
  IF nup% <> 67 AND nup% <> 65 THEN BEEP
  LOOP UNTIL nup% = 67 OR nup% = 65
RETURN
errores:
IF ERR = 24 OR ERR = 25 OR ERR = 27 THEN
  PRINT "La impresora no esta preparada ...": BEEP
  SYSTEM
END IF
RESUME
cabecera:
LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT
RETURN
cambiar:
IF nli% = 52 AND nup% = 67 THEN
  GOSUB cabecera: GOSUB cabecera: nli% = 0
END IF
IF nli% = 56 AND nup% = 65 THEN
  PRINT "Cambie de papel y pulse una tecla para continuar ...": BEEP
  GOSUB cabecera: nli% = 0
END IF
RETURN

```

5.16 NET15: RESULTADOS OBTENIDOS

```

GOSUB recres
GOSUB papel
ON ERROR GOTO errores
WIDTH "LPT1:", 80
GOSUB cabecera
LPRINT CHR$(27); "G";
LPRINT TAB(13);
LPRINT CHR$(14); "RESULTADOS DE REDES MATRICES";
LPRINT CHR$(20)
LPRINT
LPRINT TAB(41 - INT(LEN(ti$) / 2)); ti$
LPRINT : LPRINT : LPRINT

```

```

nli% = 6
FOR x% = 1 TO ma%
  GOSUB cambiar
  LPRINT "Malla No. .:";
  LPRINT USING "###"; x%
  nli% = nli% + 1: GOSUB cambiar
  LPRINT "Tr Tub Lon Coe Caudal Dia Vel hf Co T. Co P.
  Pres."
  nli% = nli% + 1
  FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
    GOSUB cambiar
    LPRINT USING "###"; y%;
    LPRINT tu$(x%, y%);
    LPRINT USING "###"; lo%(x%, y%);
    IF tu$(x%, y%) = CHR$(69) THEN
      LPRINT USING "### #####.##"; ce%(x%, y%), qe!(x%, y%);
      LPRINT USING "## ##.##"; de%(x%, y%), ve!(x%, y%);
    ELSE
      LPRINT USING "### #####.##"; cp%(x%, y%), qp!(x%, y%);
      LPRINT USING "## ##.##"; dp%(x%, y%), vp!(x%, y%);
    END IF
    LPRINT USING "###.## #####.##"; hft!(x%, y%), ct!(x%, y%);
    LPRINT USING "#####.## ##.##"; pi!(x%, y%), pr!(x%, y%)
    nli% = nli% + 1: GOSUB cambiar
    IF tu$(x%, y%) = CHR$(69) AND qp!(x%, y%) <> 0 THEN
      LPRINT CHR$(80);
      LPRINT USING "### #####.##"; cp%(x%, y%), qp!(x%, y%);
      LPRINT USING "## ##.##"; dp%(x%, y%), vp!(x%, y%)
      nli% = nli% + 1: GOSUB cambiar
    END IF
    IF hfa!(x%, y%) <> 0 THEN
      LPRINT "Accesorio";
      LPRINT USING "###.##"; hfa!(x%, y%)
      nli% = nli% + 1: GOSUB cambiar
    END IF
    IF hfr!(x%, y%) <> 0 THEN
      LPRINT "Reductora de presion";
      LPRINT USING "###.##"; hfr!(x%, y%)
      nli% = nli% + 1: GOSUB cambiar
    END IF
  NEXT y%
  LPRINT
  nli% = nli% + 1
  GOSUB cambiar
  LPRINT
  nli% = nli% + 1
NEXT x%
LPRINT CHR$(27); "H";
SYSTEM

```

5.17 NET16: COSTO DE REDES

```
OPEN dt$ + na$ + ".chc" FOR INPUT AS #1
  INPUT #1, ti$, ntu%, toc#
  DIM dc%(1 TO ntu%), lt%(1 TO ntu%), cou!(1 TO ntu%), cot#(1 TO
  ntu%)
  FOR x% = 1 TO ntu%: INPUT #1, dc%(x%), lt%(x%), cou!(x%),
  cot#(x%): NEXT x%
CLOSE #1
ON ERROR GOTO errores
WIDTH "LPT1:", 80
LPRINT CHR$(27); "G";
LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT
LPRINT CHR$(14); "COSTOS DE REDES MATRICES";
LPRINT CHR$(20)
LPRINT
LPRINT ti$
LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT "No.      Diametro      Longitud      Costo      Costo"
LPRINT "      (plg)      Total (m)      Unitario ($)      Total ($)"
LPRINT
FOR x% = 1 TO ntu%
  LPRINT USING "##      ##      #####,"; x%, dc%(x%), lt%(x%);
  LPRINT USING "###.##      #####.##"; cou!(x%), cot#(x%)
NEXT x%
LPRINT
LPRINT "Total ($) :";
LPRINT USING "#####.##"; toc#
LPRINT CHR$(27); "H";
SYSTEM
```

5.18 NET17: DIAMETRO PROYECTADO

```
DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recres: GOSUB recdat
PRINT "Número de Malla : "
PRINT "Número de Tramo : "
PRINT "Tubería existente"
PRINT "- Diámetro (plg) : "
PRINT "- Caudal (lt/seg) : "
PRINT "- Velocidad (m/s) : "
PRINT "Tubería proyectada"
PRINT "- Diámetro (plg) : "
PRINT "- Caudal (lt/seg) : "
PRINT "- Velocidad (m/s) : "
PRINT "Pérdida de carga (m) : "
PRINT "Presión (m)      ."
```

```

PRINT "Nuevo diámetro proyectado (plg) :"  

PRINT "Nuevo diámetro equivalente (plg) :"  

DO  

DO  

  ndi% = 2: GOSUB numero2  

  IF nen% < 1 OR nen% > dd(4) THEN BEEP  

  LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= dd(4)  

  nma% = nen%: PRINT USING "###"; nma%  

DO  

  ndi% = 2: GOSUB numero2  

  IF nen% < 1 OR nen% > mt%(nma%, 1) THEN BEEP  

  LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= dd(4)  

  ntr% = nen%: PRINT USING "###"; ntr%  

  PRINT USING "###"; de%(nma%, ntr%)  

  PRINT USING "#####.###"; qe!(nma%, ntr%)  

  PRINT USING "###.###"; ve!(nma%, ntr%)  

  PRINT USING "###"; dp%(nma%, ntr%)  

  PRINT USING "#####.###"; qp!(nma%, ntr%)  

  PRINT USING "###.###"; vp!(nma%, ntr%)  

  PRINT USING "###.###"; hft!(nma%, ntr%)  

  PRINT USING "###.###"; pr!(nma%, ntr%)  

DO  

  ndi% = 2: GOSUB numero2  

  IF (nen% MOD 2 <> 0) OR (nen% < 4) THEN BEEP  

  LOOP UNTIL (nen% MOD 2 = 0) AND (nen% >= 4)  

  dp%(nma%, ntr%) = nen%: PRINT USING "###"; dp%(nma%, ntr%)  

  deq!(nma%, ntr%) = ((ce%(nma%, ntr%) * de%(nma%, ntr%) ^ 2.63 +  

  cp%(nma%, ntr%) * dp%(nma%, ntr%) ^ 2.63) / ceq%(nma%, ntr%)) ^  

  .380228  

  PRINT USING "###.###"; deq!(nma%, ntr%)  

  GOSUB diseno  

  LOOP UNTIL nud% = 83  

  GOSUB gradat  

  diseno:  

  PRINT "Diseño: Continuar; Salir";  

  DO  

  w$ = INPUT$(1): nud% = ASC(UCASE$(w$))  

  IF nud% <> 67 AND nud% <> 83 THEN BEEP  

  LOOP UNTIL nud% = 67 OR nud% = 83  

  RETURN

```

5.19 NET18: PERDIDA DE CARGA

```

DIM dd(1 TO 6)  

GOSUB recres: GOSUB recdat  

PRINT "Pérdida de Carga:   Mínima (m) :"  

PRINT "Máxima (m) :"  

DIM hf!(1 TO 2)

```



```

DO
FOR x% = 1 TO 2
DO
    ndi% = 4: GOSUB numero1
    IF nde! > 9.99 THEN BEEP
    LOOP UNTIL nde! <= 9.99
    hf!(x%) = nde!: PRINT USING "#.###"; hf!(x%)
NEXT x%
IF hf!(2) < hf!(1) THEN
    BEEP: red% = 73
ELSE
    GOSUB datos
END IF
LOOP UNTIL red% = 67
PRINT "Malla No. :"
```

Tramo (plg)	Pérdida de carga(m)	Diámetro(plg)	Nuevo Diámetro (plg)	Equivalente
No.	carga(m)	Exis.	Proy.	Proyectado

```

PRINT STRING$(68, 196)
FOR x% = 1 TO dd(4)
    PRINT USING "##"; x%
    FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
        PRINT USING "##.###.###"; y%, hf!(x%, y%)
        PRINT USING "##.###"; de%(x%, y%), dp%(x%, y%)
        IF ABS(hf!(x%, y%)) < hf!(1) THEN
            IF dp%(x%, y%) = 4 THEN
                IF de%(x%, y%) <> 0 THEN dp%(x%, y%) = 0
            END IF
            IF dp%(x%, y%) > 4 AND dp%(x%, y%) <= 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) - 2
            IF dp%(x%, y%) > 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) - 4
        END IF
        IF ABS(hf!(x%, y%)) > hf!(2) THEN
            IF dp%(x%, y%) >= 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) + 4
            IF dp%(x%, y%) >= 4 AND dp%(x%, y%) < 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) + 2
            IF dp%(x%, y%) = 0 THEN dp%(x%, y%) = 4
        END IF
        PRINT USING "##"; dp%(x%, y%)
        deq!(x%, y%) = ((ce%(x%, y%) * de%(x%, y%) ^ 2.63 + cp%(x%, y%) * dp%(x%, y%) ^ 2.63) / ceq%(x%, y%)) ^ .380228
        PRINT USING "##.###"; deq!(x%, y%)
    NEXT y%
NEXT x%
GOSUB gradat
SYSTEM
datos:
PRINT "Pérdida de carga: Correcta; Incorrecta";
DO
```

```

w$ = INPUT$(1): red% = ASC(UCASE$(w$))
IF red% <> 67 AND red% <> 73 THEN BEEP
LOOP UNTIL red% = 67 OR red% = 73
RETURN

```

5.20 NET19: LIMITE DE VELOCIDAD

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recres: GOSUB recdat
PRINT "Velocidad mínima (m/s) : "
PRINT "Velocidad máxima (m/s) : "
DIM vdl(1 TO 2)
DO
FOR x% = 1 TO 2
DO
ndi% = 4: GOSUB numero1
IF nde! > 9.99 THEN BEEP
LOOP UNTIL nde! <= 9.99
vdl(x%) = nde!: PRINT USING "#.##"; vdl(x%)
NEXT x%
IF vdl(2) < vdl(1) THEN
BEEP: red% = 73
ELSE
GOSUB datos
END IF
LOOP UNTIL red% = 67
PRINT "Malla No. : "
PRINT "Tramo Velocidad(m/s) Diámetro(plg) Diámetro Nuevo
(plg)"
PRINT " No. Exis. Proy. Exis. Proy. Projectado Equivalente"
PRINT STRING$(68, 196)
FOR x% = 1 TO dd(4)
PRINT USING "##"; x%
FOR y% = 1 TO mt%(x%, 1)
PRINT USING "##"; y%
PRINT USING "##.## ##.##"; vel(x%, y%), vpl(x%, y%)
PRINT USING "## ##"; de%(x%, y%), dp%(x%, y%)
IF dp%(x%, y%) = 0 THEN
IF ABS(vel(x%, y%)) > vdl(2) THEN dp%(x%, y%) = 4
ELSE
IF de%(x%, y%) = 0 THEN
IF ABS(vpl(x%, y%)) < vdl(1) THEN
IF dp%(x%, y%) > 4 AND dp%(x%, y%) <= 20 THEN dp%(x%, y%)
= dp%(x%, y%) - 2
IF dp%(x%, y%) > 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) - 4
END IF
IF ABS(vpl(x%, y%)) > vdl(2) THEN
IF dp%(x%, y%) >= 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) + 4

```

```

    IF dp%(x%, y%) >= 4 AND dp%(x%, y%) < 20 THEN dp%(x%, y%)
    = dp%(x%, y%) + 2
    END IF
ELSE
    IF ABS(ve!(x%, y%)) < vd!(1) OR ABS(vp!(x%, y%)) < vd!(1) THEN
    IF dp%(x%, y%) = 4 THEN dp%(x%, y%) = 0
    IF dp%(x%, y%) > 4 AND dp%(x%, y%) <= 20 THEN dp%(x%, y%)
    = dp%(x%, y%) - 2
    IF dp%(x%, y%) > 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) - 4
    END IF
    IF ABS(ve!(x%, y%)) > vd!(2) OR ABS(vp!(x%, y%)) > vd!(2) THEN
    IF dp%(x%, y%) >= 20 THEN dp%(x%, y%) = dp%(x%, y%) + 4
    IF dp%(x%, y%) >= 4 AND dp%(x%, y%) < 20 THEN dp%(x%, y%)
    = dp%(x%, y%) + 2
    END IF
    END IF
    END IF
    PRINT USING "###"; dp%(x%, y%)
    deq!(x%, y%) = ((ce%(x%, y%) * de%(x%, y%) ^ 2.63 + cp%(x%, y%) *
    dp%(x%, y%) ^ 2.63) / ceq%(x%, y%) ^ .380228
    PRINT USING "###.###"; deq!(x%, y%)
NEXT y%
NEXT x%
GOSUB gradat
SYSTEM
datos:
PRINT "Velocidad: Correcta; Incorrecta";
DO
    w$ = INPUT$(1); red% = ASC(UCASE$(w$))
    IF red% <> 67 AND red% <> 73 THEN BEEP
    LOOP UNTIL red% = 67 OR red% = 73
RETURN

```

5.21 NET20: ACCESORIOS DIVERSOS

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
PRINT "Número de Malla :";
PRINT "Número de Tramo :";
PRINT "Coeficiente de accesorios existentes (K) :";
PRINT "Nuevo coeficiente de accesorios (K) :";
DO
    DO
        ndi% = 2: GOSUB numero2
        IF nen% < 1 OR nen% > dd(4) THEN BEEP
        LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= dd(4)
        nma% = nen%: PRINT USING "###"; nma%
    DO

```

```

    ndi% = 2: GOSUB numero2
    IF nen% < 1 OR nen% > mt%(nma%, 1) THEN BEEP
    LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= mt%(nma%, 1)
    ntr% = nen%: PRINT USING "##"; ntr%
    PRINT USING "##.##"; ac!(nma%, ntr%)
    DO
        ndi% = 5: GOSUB numero1
        IF nde! > 99.99 THEN BEEP
        LOOP UNTIL nde! <= 99.99
        ac!(nma%, ntr%) = nde!: PRINT USING "##.##"; ac!(nma%, ntr%)
        GOSUB accesorio
        LOOP UNTIL rea% = 83
        GOSUB gradat
        SYSTEM
    accesorio:
        PRINT "Colocar Accesorios: Continuar; Salir";
        DO
            w$ = INPUT$(1): rea% = ASC(UCASE$(w$))
            IF rea% <> 67 AND rea% <> 83 THEN BEEP
            LOOP UNTIL rea% = 67 OR rea% = 83
        RETURN

```

5.22 NET21: VALVULA REDUCTORA

```

DIM dd(1 TO 6)
GOSUB recdat
PRINT "Número de Malla :";
PRINT "Número de Tramo :";
PRINT "Pérdida de carga existente en válvula reductora (m) :";
PRINT "Nueva pérdida de carga en válvula reductora (m) :";
DO
    DO
        ndi% = 2: GOSUB numero2
        IF nen% < 1 OR nen% > dd(4) THEN BEEP
        LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= dd(4)
        nma% = nen%: PRINT USING "##"; nma%
        DO
            ndi% = 2: GOSUB numero2
            IF nen% < 1 OR nen% > mt%(nma%, 1) THEN BEEP
            LOOP UNTIL nen% >= 1 AND nen% <= mt%(nma%, 1)
            ntr% = nen%: PRINT USING "##"; ntr%
            PRINT USING "##.##"; rel(nma%, ntr%)
        DO
            ndi% = 5: GOSUB numero1
            IF nde! > 35! THEN BEEP
            LOOP UNTIL nde! <= 35!
            rel(nma%, ntr%) = nde!: PRINT USING "##.##"; rel(nma%, ntr%)
            GOSUB reductora

```

```

LOOP UNTIL rea% = 83
GOSUB gradat
SYSTEM
reductora:
  PRINT "Colocar Reductora: Continuar; Salir";
  DO
    w$ = INPUT$(1): rea% = ASC(UCASE$(w$))
    IF rea% <> 67 AND rea% <> 83 THEN BEEP
  LOOP UNTIL rea% = 67 OR rea% = 83
RETURN

```

5.23 NET22: AYUDA BASICA

```

DIM li$(1 TO 72)
GOSUB malla
PRINT "*" Consideraciones para uso del NET "*"
GOSUB lineas: nh% = 1: GOSUB hoja
DO
  op$ = ""
  WHILE op$ = "": op$ = INKEY$: WEND
  IF ASC(op$) = 0 THEN
    IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 73 OR ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 81 THEN
      IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 73 THEN
        IF nh% > 1 THEN nh% = nh% - 1: GOSUB hoja
      END IF
      IF ASC(MID$(op$, 2, 1)) = 81 THEN
        IF nh% < 6 THEN nh% = nh% + 1: GOSUB hoja
      END IF
    ELSE
      IF ASC(op$) <> 27 THEN BEEP
    END IF
  ELSE
    IF ASC(op$) <> 27 THEN BEEP
  END IF
LOOP UNTIL ASC(op$) = 27
SYSTEM
malla:
PRINT " : (II) "
PRINT "Q : -> 11.20 lps : "
PRINT "-> _____> q "
PRINT " | (4) (1) | "
PRINT " | | "
PRINT " | | "
PRINT " | (I) | (+) | (III) "
PRINT " | <- | | "
PRINT " | | "
PRINT " | | "
PRINT "q | (3) (2) | "

```

```

PRINT "<-----+ 35.60"
PRINT " : --> 16.80 lps : "
PRINT " (IV) "
RETURN
lineas:
li$(1) = "Directorios de trabajo: "
li$(2) = "Los archivos del sistema deben estar en"
li$(3) = "el Directorio : \NET\, y los archivos de"
li$(4) = "datos en el directorio : \NET\DOCNET\, si"
li$(5) = "no existen, los crea al inicio en A:\. "
li$(6) = STRING$(40, 32)
li$(7) = "Valores máximos de mallas y tramos: "
li$(8) = "Número de mallas en la red 30. "
li$(9) = "Número de tramos en cada malla es 10. "
li$(10) = STRING$(40, 32)
li$(11) = "Numeración de Mallas y Tramos: "
li$(12) = "Las mallas a partir de aquella que tiene"
li$(13) = "cota piezométrica conocida. "
li$(14) = "Los tramos en sentido horario ubicando"
li$(15) = "el número en el extremo final. "
li$(16) = STRING$(40, 32)
li$(17) = "Cota Piezométrica: "
li$(18) = "Cota piezométrica de ingreso a la red en"
li$(19) = "metros, con valor máximo de 5,000.00. "
li$(20) = STRING$(40, 32)
li$(21) = "Malla y Tramo de Inicio: "
li$(22) = "Corresponden a un nudo que tiene cota"
li$(23) = "piezométrica conocida, a partir del cual"
li$(24) = "se determinará las cotas piezométricas"
li$(25) = "de la malla que se esta considerando. "
li$(26) = STRING$(40, 32)
li$(27) = "Diámetro: "
li$(28) = "Debe considerarse en pulgadas, con valor"
li$(29) = "mínimo de 4, y es comercial. "
li$(30) = STRING$(40, 32)
li$(31) = "Caudal: "
li$(32) = "Esta en litros por segundo, y en sentido"
li$(33) = "horario debe considerarse con signo"
li$(34) = "positivo, caso contrario es negativo;"
li$(35) = "para el ejemplo el caudal del tramo 1 es"
li$(36) = "11.20, y para el tramo 2 es -16.80; su"
li$(37) = "valor máximo absoluto es 1,500.00. "
li$(38) = STRING$(40, 32)
li$(39) = "Longitud: "
li$(40) = "Esta en metros, con un valor máximo de"
li$(41) = "750."
li$(42) = STRING$(40, 32)
li$(43) = "Coeficiente C: "
li$(44) = "Corresponde al de Hazen y Williams, con"

```

```

li$(45) = "valores entre 50 y 160.      "
li$(46) = STRING$(40, 32)
li$(47) = "Cota de Terreno:           "
li$(48) = "Esta en metros y corresponde al nudo que"
li$(49) = "identifica al tramo; para el ejemplo la"
li$(50) = "cota de terreno del tramo 2 es 35.60; su"
li$(51) = "valor máximo es 5,000.00.   "
li$(52) = STRING$(40, 32)
li$(53) = "Malla Común:                "
li$(54) = "Es aquella con la cual se comparte el"
li$(55) = "tramo considerado, caso de no existir se"
li$(56) = "considera 0.                  "
li$(57) = STRING$(40, 32)
li$(58) = "Error de Cálculo:           "
li$(59) = "El error al realizar el cálculo de la"
li$(60) = "red es 0.0003 veces el número de mallas."
li$(61) = "Pérdida de Carga por Accesorios:  "
li$(62) = "Se considera la suma de los coeficientes"
li$(63) = "K de todos los accesorios, generalmente"
li$(64) = "válvulas de compuerta, en cada tramo; su"
li$(65) = "valor máximo es 99.99.         "
li$(66) = STRING$(40, 32)
li$(67) = "Válvula Reductora de Presión:       "
li$(68) = "Se considera la pérdida de presión, en"
li$(69) = "metros, que debe reducirse en la válvula"
li$(70) = "reductora; su valor máximo es 35.00.  "
li$(71) = STRING$(40, 32)
li$(72) = STRING$(36, 32) + CHR$(74) + CHR$(108) + CHR$(111) +
        CHR$(118)
RETURN
hoja:
  FOR x% = 1 + 12 * (nh% - 1) TO 12 * nh%: PRINT li$(x%): NEXT x%
RETURN

```

5.24 NET23: UNIDAD DE TRABAJO

```

GOSUB unidad
ON ERROR GOTO errores
PRINT "Unidad de trabajo      "
PRINT CHR$(nuu%) + ":\\"
OPEN CHR$(nuu%) + ":\NET\NET.NET" FOR OUTPUT AS #1
  WRITE #1, "net"
CLOSE #1
IF ne% = 1 THEN
  MKDIR CHR$(nuu%) + ":\NET"
  PRINT "Directorio del sistema:"
  PRINT CHR$(nuu%) + ":\NET"
  MKDIR CHR$(nuu%) + ":\NET\DOCNET"

```



```

PRINT "Directorio de archivos:"
PRINT CHR$(nuu%) + ":\NET\DOCNET"
dt$ = CHR$(nuu%) + ":\NET\DOCNET\"
OPEN CHR$(nuu%) + ":\NET\NET.INI" FOR OUTPUT AS #1
  WRITE #1, dt$
CLOSE #1
PRINT "Sistema configurado ..."
na$ = ""
PRINT dt$ + na$;
SYSTEM
END IF
PRINT "Directorio del sistema:"
PRINT CHR$(nuu%) + ":\NET"
OPEN CHR$(nuu%) + ":\NET\DOCNET\NET.NET" FOR OUTPUT AS #1
  WRITE #1, "net"
CLOSE #1
IF ne% = 1 THEN MKDIR CHR$(nuu%) + ":\NET\DOCNET"
PRINT "Directorio de archivos:"
PRINT CHR$(nuu%) + ":\NET\DOCNET"
dt$ = CHR$(nuu%) + ":\NET\DOCNET\"
OPEN CHR$(nuu%) + ":\NET\NET.INI" FOR OUTPUT AS #1
  WRITE #1, dt$
CLOSE #1
PRINT "Sistema configurado ..."
na$ = ""
PRINT dt$ + na$;
SYSTEM
unidad:
  PRINT "Unidad de trabajo: A:\; C:\";
  DO
    w$ = INPUT$(1): nuu% = ASC(UCASE$(w$))
    IF nuu% <> 65 AND nuu% <> 67 THEN BEEP
  LOOP UNTIL nuu% = 65 OR nuu% = 67
RETURN
errores:
  IF ERR = 70 OR ERR = 71 THEN
    PRINT "Unidad no preparada ..."
    BEEP: SYSTEM
  END IF
  IF ERR = 76 THEN
    PRINT "Creando sub directorio": ne% = 1
  END IF
RESUME NEXT

```

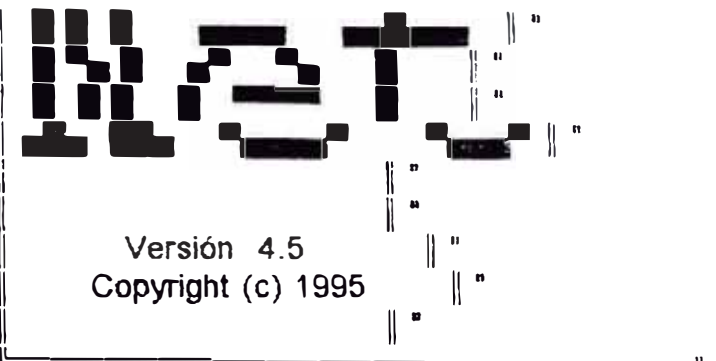
5.25 NET24: VERSION DE NET

```

PRINT "
PRINT "

```

```
PRINT "
PRINT "
PRINT "
PRINT "
PRINT "
PRINT "
PRINT "
PRINT "
PRINT "
PRINT "
SYSTEM
```



Versión 4.5
Copyright (c) 1995

CAPITULO VI

MANUAL PARA UTILIZAR EL NET

6.1 PRESENTACION

NET es un software diseñado para ser utilizado, sin mayores complicaciones, por usuarios que tengan conocimientos básicos de informática, pero sobre todo por profesionales que realizan con frecuencia diseños de sistemas de distribución, ya que los datos solicitados por NET son fácilmente identificables.

Con el objetivo de contar con un manual de consulta para trabajar en forma efectiva, se presenta a continuación una ayuda básica para cada opción del menú de NET; poniendo cuidado en los mensajes e información que es solicitada, así como los errores comunes que pueden presentarse. Debe tenerse presente las limitaciones indicadas en el punto 4.4.6.

6.2 MENU PRINCIPAL ARCHIVO

6.2.1 OPCION CREAR ARCHIVO

Esta opción permite crear un archivo, para lo cual solicita el nombre:

Nombre del Archivo

Para escribir el nombre de archivo se puede utilizar letras y números. Ingresado el nombre se considera un archivo activo, y se indica en la zona de la unidad y directorio de trabajo.

Luego solicita los datos denominados generales:

Datos Generales
Proyecto
Cota Piezométrica de Ingreso a la Red (m)
Número de Mallas en la Red
Número Máximo de Tramos un una Malla
Coeficiente C para Tubería Projectada

El proyecto se identifica con un nombre apropiado a fin de identificarlo fácilmente. La cota piezométrica corresponde al valor que ingresa a la red de distribución. El número de mallas representa las mallas que conforman la red. El número máximo de tramos corresponde al mayor valor que tiene una malla. El coeficiente C dependerá del tipo de tubería que se utiliza para proyectar.

Luego solicita confirmar los datos generales ingresados:

Datos: Correctos; Incorrectos

La opción **Incorrectos** repite el proceso de ingreso de datos generales. La opción **Correctos** continua con el proceso de ingreso de datos.

Seguidamente solicita la siguiente información:

Valores de Malla
Número de Malla : -
Número de Tramos : -
Malla de Inicio para las Presiones : -
Tramo de Inicio para las Presiones : -

El número de malla, denominada malla activa, se genera en forma automática, comenzando desde la malla uno hasta la última malla. El número de tramos es el correspondiente a la malla activa. Malla de inicio para las presiones corresponde a aquella a partir de la cual se calcularan las presiones de la malla activa. El tramo de inicio corresponde a partir de que tramo se calcularan las presiones de la malla activa.

Luego solicita confirmar los valores de malla ingresados:

Datos: Correctos; Incorrectos

La opción **Incorrectos** repite el proceso de ingreso de valores de malla, la opción **Correctos** continua con el proceso de ingreso de datos.

Seguidamente solicita los datos de tramos de red:

Tramos de Red
Tramo Tubería Q(lps) L(m) C D(plg) Cota(m) Común

- - - - -

El número de tramo se genera automáticamente, comenzando en uno hasta el indicado en número de tramos. Para la tubería pregunta:

Tubería: Existente; Proyectada

Debe elegirse, según corresponda, la alternativa correcta. Para el caudal debe considerarse como positivo el sentido horario y negativo el sentido antihorario con máximo absoluto de 1,500.00 lps. La longitud del tramo con un valor máximo de 750 m. Si la tubería se ha considerado existente solicita el valor del coeficiente C, caso contrario considera el valor asignado para tubería proyectada. Si la tubería es existente solicita el diámetro respectivo -el cual debe ser mayor de 4"

y ser un valor comercial en pulgadas-, caso contrario considera el valor cero. La cota de terreno con valor máximo de 5,000.00 m. Común indica con que malla dicho tramo es compartido.

Luego solicita confirmar los datos del tramo de red:

Datos: Correctos; Incorrectos

La opción Incorrectos repite el proceso de ingreso de los datos del tramo de red, la opción Correctos continua el proceso de ingreso de datos con el siguiente tramo hasta el último de la malla activa, para luego cambiar a la siguiente malla, y así sucesivamente hasta el final.

Cuando se han ingresado todos los datos, el archivo de datos es grabado automáticamente. Se puede salir de cualquier ubicación de esta opción presionando la tecla de función F12.

6.2.2 OPCION UTILIZAR EXISTENTE

Esta opción permite utilizar un archivo de datos existente, para lo cual aparece el siguiente encabezado:

C:\NET\DOCNET*.DHC

Muestra un listado de los archivos de datos -con extensión .DHC- que existe en el directorio :NET\DOCNET; para seleccionar un archivo de datos, se desplaza en la lista con las teclas de movimiento vertical, y pulsando la tecla Enter se confirma la selección del archivo.

Seleccionado un archivo, se indica en la zona de unidad y directorio de trabajo.

6.2.3 OPCION GRABAR COMO

Esta opción permite grabar el archivo de datos activo con otro nombre, para lo cual solicita el nombre del archivo a grabar:

Nombre del nuevo archivo a grabar : _

Para escribir el nombre puede utilizarse los números y letras. Si el nombre ingresado es incorrecto -sin caracteres-, aparece el siguiente mensaje:

Nombre de archivo incorrecto ...

y retorna al menú principal. Si el nombre ingresado es igual al archivo activo, aparece el mensaje:

Nombre de archivo igual al activo ...

y retorna al menú principal. Si el nombre del archivo ingresado es correcto, el archivo activo es cerrado y el nuevo archivo pasa a ocupar su lugar, lo cual es indicado en la zona de unidad y directorio de trabajo.

6.2.4 OPCION BORRAR ARCHIVOS

Esta opción permite borrar todos los archivos asociados al archivo que se desea borrar, para lo cual aparece el siguiente encabezado:

C:\NET\DOCNET*.DHC

Muestra un listado de los archivos de datos -con extensión .DHC- que existen en el directorio : \NET\DOCNET; para seleccionar el archivo que se quiere borrar, se desplaza en la lista con las teclas de movimiento vertical, y pulsando la tecla Enter se confirma la selección; aparece el siguiente mensaje:

Borrar archivos: Si; No

La opción Si borra todos los archivos asociados al nombre, de datos - .DHC-, de resultados -.RHC-, y de costos -.CHC-. La opción No, cancela la orden de borrado. Para retornar al menú principal pulse la tecla ESC.

6.2.5 OPCION LISTAR ARCHIVOS

Esta opción permite listar todos los archivos existentes que han sido generados por el sistema, para lo cual aparece el siguiente encabezado:

C:\NET\DOCNET*.?HC

Muestra un listado de los archivos de datos -.DHC-, de resultados -.RHC-, de costos -.CHC-, que existen en el directorio : \NET\DOCNET; presionando cualquier tecla se retorna al menú principal.

6.3 MENU PRINCIPAL MODIFICAR

6.3.1 OPCION DATOS GENERALES

Esta opción permite modificar los datos denominados generales, para lo cual presenta la siguiente información:

Proyecto	:	_	:	—
Cota Piezométrica de Ingreso a la Red (m)	:		:	—
Número de Mallas en la Red	:		:	—
Número Máximo de Tramos en una Malla	:		:	—

Con sus respectivos valores, y se solicita ingresar los nuevos datos para cada ítem.

Luego se solicita confirmar las modificaciones:

Modificación: Correcta; Incorrecta

La opción Correcta considera los cambios realizados grabando automáticamente y se retorna al menú principal; la opción Incorrecta permite modificar nuevamente el ingreso de los nuevos datos para cada ítem.

6.3.2 OPCION VALORES DE MALLA

Esta opción permite modificar los datos denominados valores de malla, para lo cual presenta la siguiente información:

Número de Malla	:		:	—
Número de Tramos en la Malla	:		:	—
Malla de Inicio para las Presiones	:		:	—
Tramo de Inicio para las Presiones	:		:	—

Primero debe ingresarse el número de malla, y seguidamente se presenta el resto de la información; luego se solicita los nuevos datos para cada ítem.

Luego se solicita la confirmación de los cambios realizados:

Modificar: Continuar; Salir

Si se elige la opción Continuar, se inicia nuevamente el proceso ingresando el número de malla para modificar los valores de otra malla o de la misma; con la opción Salir se consideran las modificaciones realizadas, grabando automáticamente los valores y se retorna al menú principal.

6.3.3 OPCION TRAMOS DE RED

Esta opción permite modificar los datos denominados tramos de red para lo cual presenta la siguiente información:

Número de Malla	:	—
Número de Tramo	:	—
Tubería Existente o Proyectada	:	—
Caudal (litros/segundo)	:	—
Longitud (metros)	:	—
Coefficiente C de Rugosidad	:	—
Diámetro (pulgadas)	:	—
Cota de Terreno (metros)	:	—
Malla Común	:	—

Ingresado el número de malla y tramo a ser modificado, se presenta el resto de la información, luego se solicita los nuevos datos para cada ítem.

Luego se solicita la confirmación de los cambios realizados:

Modificar: Continuar; Salir

si se elige la opción Continuar, se inicia nuevamente el proceso ingresando el número de malla y tramo para modificar los valores de otro tramo o del mismo; con la opción Salir graban las modificaciones automáticamente y se retorna al menú principal.

6.4 MENU PRINCIPAL CALCULAR

6.4.1 OPCION DIAMETROS INICIALES

Esta opción determina los diámetros iniciales para cada tramos, y el cálculo se realiza en forma automática, presentando la siguiente información:

Malla Nº	:	—							
				Coeficiente C		Diámetro (plg)			
Tramo	Tubería	Q(lps)	Exis.	Proy.	Equi.	Exis.	Proy.	Equi.	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

En forma automática se determina consecutivamente para cada malla, el cálculo de el diámetro del tramo

Si la tubería es proyectada determinará el diámetro y coeficiente proyectado, en ambos casos el valor del equivalente es el mismo. Si

la tubería es existente, primero determina si el diámetro existente es suficiente para conducir el caudal propuesto, si esto ocurre, las equivalencias son iguales a los valores existentes; si es necesario una tubería en paralelo, como coeficiente equivalente considera el promedio de los coeficientes existente y proyectado, y para el diámetro determina el valor equivalente correspondiente.

Presionando una tecla se muestra los resultados de la siguiente malla, al llegar a la última malla se graban los resultados obtenidos y se retorna al menú principal.

6.4.2 OPCION REDES MATRICES

Esta opción realiza el cálculo de la red matriz, para lo cual presenta la siguiente información:

Número de Iteraciones	:	-
Malla	Corrección	
—	—————	
—	—————	
—	—————	
Corrección Absoluta Total Máxima de Caudal (lps)	:	-
Corrección Absoluta Total de Caudal (lps)	:	-

Conforme va realizando el cálculo va presentando el número de iteración, para cada malla el caudal de corrección, la sumatoria absoluta de todas las correcciones. El cálculo se detiene cuando la corrección absoluta total de caudal es menor a la corrección absoluta total máxima de caudal -igual a 0.0003 veces el número de malla de la red-.

Luego determina las cotas piezométricas, presiones, caudales para las tuberías existentes y proyectadas, con sus respectivas velocidades. Los resultados son grabados automáticamente en el archivo respectivo, y retorna al menú principal.

6.4.3 OPCION COSTO DE REDES

Esta opción permite calcular el costo de las redes matrices proyectadas del sistema de distribución. Inicialmente presenta un menú para definir la forma de cálculo:

Costo: Fórmula; Unitario

Si elige la opción Fórmula, presenta la siguiente información:

Fórmula de Costo: $C = K D^e$

donde: D = Diámetro de la tubería (plg)
 e = Exponente
 K = Coeficiente
 C = Costo unitario (\$/m)
 Exponente : _
 Coeficiente : _

Debe ingresar el exponente y el coeficiente de la fórmula, luego solicita la confirmación de los valores ingresados:

Datos: Correctos; Incorrectos

Si se elige la opción Correctos procede a calcular los costos respectivos, si se elige la opción Incorrectos solicita el ingreso de nuevos valores. Seguidamente determina los diámetros que han sido considerados en el proyecto y suma las longitudes, presentando lo siguiente:

Nº	Diam.(plg)	Long.(m)	Parcial (\$)	Total (\$)
<hr/>				
		-	-	-
	<u>Total (\$)</u>			

Si se elige la opción de Unitario, se presenta lo indicado anteriormente pero solicita los datos correspondientes al costo Parcial, para determinar seguidamente los totales, también solicita confirmación de los datos ingresados:

Datos: Correctos; Incorrectos

La opción Correctos determina el total de la red, y la opción Incorrectos solicita el ingreso de los datos de costo Parcial. Terminado el proceso de cálculo graba automáticamente los resultados obtenidos.

6.5 MENU PRINCIPAL VER

6.5.1 OPCION DATOS DE REDES

Esta opción permite ver los datos de la red contenidos en el archivo activo, presentándolos en la misma secuencia en que fueron ingresados.

No muestra el valor del coeficiente C de rugosidad para tubería proyectada, que fue ingresado como un dato general, lo presenta en los tramos de red para cada caso. También se observa en los tramos de red los coeficientes K de accesorios, y el valor de la presión que debe reducir la válvula reductora de presión, en caso que se haya

ingresado dichos valores.

Para cambiar de pantalla se utilizan las teclas Page Up y Page Down, para retornar al menú principal se utiliza la tecla ESC.

6.5.2 OPCION RESULTADOS OBTENIDOS

Esta opción permite ver los resultados obtenidos en el cálculo de las redes, presentando la siguiente información:

Malla N° :	_									
Tr.	Caudal(lps)	D(plg)	V(m/s)	Pérdida de Carga(m)		Pres.				
	Exi.	Pro.	Ex.	Pr.	Ex.	Pr.	Tub.	Acc.	Red.	(m)
<hr/>										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para cambiar de pantalla se utilizan las teclas Page Up y Page Down, para retornar al menú principal se utiliza la tecla ESC.

6.6 MENU PRINCIPAL IMPRIMIR

6.6.1 OPCION DATOS DE REDES

Esta opción permite imprimir los datos del archivo activo, presentando el siguiente menú:

Papel: Continuo; A4

la opción Continuo, imprime en papel continuo. La opción A4, imprime en papel tamaño A4, y cada vez que necesita un nuevo papel aparece el siguiente mensaje:

Cambie de papel y pulse una tecla para continuar ...

Terminado el proceso de impresión retorna al menú principal.

6.6.2 OPCION RESULTADOS OBTENIDOS

Esta opción permite imprimir los resultados del cálculo de los datos del archivo activo, presentando el siguiente menú:

Papel: Continuo; A4

la opción Continuo, imprime en papel continuo. La opción A4, imprime en papel tamaño A4, y cada vez que necesita un nuevo papel aparece

el siguiente mensaje:

Cambie de papel y pulse una tecla para continuar ...

Terminado el proceso de impresión retorna al menú principal.

6.6.3 OPCION COSTO DE REDES

Esta opción permite imprimir los resultados obtenidos al calcular el costo de las redes matrices. Terminado el proceso retorna al menú principal.

6.7 MENU PRINCIPAL DISEÑAR

6.7.1 OPCION DIAMETRO PROYECTADO

Esta opción permite modificar por tramos el diámetro proyectados, presentando la siguiente información:

Número de Malla	:	—	
Número de Tramo	:	—	
Tubería existente			
- Diámetro (plg)	:	—	
- Caudal (lt/seg)	:	—	
- Velocidad (m/seg)	:	—	
Tubería proyectada			
- Diámetro (plg)	:	—	
- Caudal (lt/seg)	:	—	
- Velocidad (m/seg)	:	—	
Pérdida de carga (m)	:	—	
Presión (m)	:	—	
Nuevo diámetro proyectado (plg)	:	—	:
Nuevo diámetro equivalente (plg)	:	—	:

Primero solicita el ingreso del número de malla y tramo a modificar, seguidamente muestra el diámetro, caudal y velocidad de las tuberías existente y proyectada, la pérdida de carga y la presión. Luego solicita ingresar el nuevo diámetro proyectado para calcular el nuevo diámetro equivalente.

Finalmente presenta el siguiente menú:

Diseño: Continuar; Salir

La opción Continuar permite ingresar a otras mallas y tramos para continuar modificando los diámetros. La opción Salir graba

automáticamente los datos y retorna al menú principal.

6.7.2 OPCION PERDIDA DE CARGA

Esta opción permite cambiar en forma automática los diámetros de las tuberías proyectadas, cuya pérdida de carga no se encuentra en el rango de pérdida de carga considerada. Presenta la siguiente información:

Pérdida de Carga: Mínima (m) : _
 Máxima (m) : _

Luego pide la confirmación de los valores ingresados, con el siguiente menú:

Pérdida de carga: Correcta; Incorrecta

La opción Correcta permite realizar la modificación de los diámetros, la opción Incorrecta permite corregir los valores ingresados.

Seguidamente presenta la siguiente información:

Malla N° : _					
Tramo N°	Pérdida de carga (m)	Diámetro (plg) Exist.	Diámetro (plg) Proy.	Nuevo Diámetro (plg) Proy.	Diámetro (plg) Equiv.
—	—	—	—	—	—

Pulsando cualquier tecla va presentando consecutivamente las modificaciones realizadas para cada malla. Finalmente graba automáticamente los nuevos cambios y retorna al menú principal.

6.7.3 OPCION LIMITE DE VELOCIDAD

Esta opción permite cambiar en forma automática los diámetros de las tuberías proyectadas, cuya velocidad no se encuentra en el rango de velocidad considerada. Presenta la siguiente información:

Velocidad mínima (m) : _
Velocidad máxima (m) : _

Luego pide la confirmación de los valores ingresados, con el siguiente menú:

Velocidad: Correcta; Incorrecta

La opción Correcta permite realizar la modificación de los diámetros,

la opción Incorrecta permite corregir los valores ingresados.

Seguidamente presenta la siguiente información:

Malla N° : _

Tramo N°	Velo.(m/s)		Diámetro (plg)		Nuevo Diámetro (plg)	
	Exis.	Proy.	Exist.	Proy.	Proy.	Equiv.
-	-	-	-	-	-	-

Pulsando cualquier tecla va presentando consecutivamente las modificaciones realizadas para cada malla. Finalmente graba automáticamente los nuevos cambios y retorna al menú principal.

6.7.4 OPCION ACCESORIOS DIVERSOS

Esta opción permite colocar o remover accesorios en cualquier tramo de la red, para lo cual se tiene que ingresar la suma de coeficientes K de todos los accesorios del tramo. Presenta la siguiente información:

Número de Malla : _
Número de Tramo : _
Coeficiente de accesorios existentes (K) : _
Nuevo coeficiente de accesorios (K) : _

Primero solicita el ingreso del número de malla y tramo a colocar accesorios, seguidamente muestra el coeficiente de los accesorios existentes (K). Luego solicita ingresar el nuevo coeficiente de accesorios.

Finalmente presenta el siguiente menú:

Colocar Accesorios: Continuar; Salir

La opción Continuar permite ingresar a otras mallas y tramos para continuar colocando accesorios. La opción Salir graba automáticamente los datos y retorna al menú principal.

6.7.5 OPCION VALVULA REDUCTORA

Esta opción permite colocar o remover válvulas reductoras de presión, en cualquier tramo de la red. Presenta la siguiente información:

Número de Malla : _
Número de Tramo : _
Pérdida de carga existente en válvula reductora (m) : _
Nueva pérdida de carga en válvula reductora (m) : _

Primero solicita el ingreso del número de malla y tramo a colocar válvula reductora de presión, seguidamente muestra la pérdida de carga existente. Luego solicita ingresar la nueva pérdida de carga producida en la válvula reductora.

Finalmente presenta el siguiente menú:

Colocar reductora: Continuar; Salir

La opción Continuar permite ingresar a otras mallas y tramos para continuar colocando válvulas reductoras de presión. La opción Salir graba automáticamente los datos y retorna al menú principal.

6.8 MENU PRINCIPAL OTROS

6.8.1 OPCION AYUDA BASICA

Esta opción muestra información relacionada con las limitaciones que tiene NET, consideraciones para los directorios de trabajo, ejemplo de como se van obteniendo los datos para el cálculo de una red, y presenta el ejemplo de una malla.

Para cambiar de pantalla se utilizan las teclas Page Up y Page Down, para retornar al menú principal se utiliza la tecla ESC.

6.8.2 OPCION UNIDAD DE TRABAJO

Esta opción permite configurar la unidad de trabajo, presenta el siguiente menú:

Unidad de trabajo: A:\; C:\

Elegida la unidad, NET verifica la existencia de los directorios :NET y :NET\DOCNET, si no existen los crea en la unidad seleccionada, y graba la información en el archivo NET.INI, para luego retornar al menú principal.

6.8.3 OPCION VERSION DE NET

Muestra la versión de NET, año de creación y nombre del autor.

CAPITULO VII

APLICACION DE NET A UN DISEÑO

7.1 LOCALIDAD SELECCIONADA

Para la aplicación del programa de diseño se ha seleccionado la localidad de Chiclayo, por ser una ciudad con una población proyectada del orden de 510,000 habitantes al año 2000, y contar con un complejo sistema de distribución.

7.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA EXISTENTE

La captación para abastecer a la localidad de Chiclayo, se realiza en las lagunas Boro, que tienen una capacidad de almacenamiento de 2'270,000 m³.

De la laguna Boro parte la línea de conducción conformada por dos tramos, el primero con una longitud de 5,835 m tiene un diámetro de 40", el segundo tiene una longitud de 8,502 m con un diámetro de 34". En ambos casos la tubería es de concreto armado.

El sistema de tratamiento está conformado por una planta de tratamiento que cuenta con los procesos de mezcla rápida, floculadores mecánicos, sedimentadores de flujo laminar, filtración rápida y desinfección.

De la planta de tratamiento el agua pasa a dos cisternas ubicada en la planta con volúmenes de 4,000 y 3,500 m³. En la segunda cisterna existe una estación de bombeo con cuatro equipos de bombeo con capacidad de 300 lt/seg, cada uno.

En la red existen tres reservorios elevados con volúmenes de 3,000, 3,000, y 2,000 m³, también existe un reservorio apoyado de 800 m³. Los cuales no están en servicio por las bajas presiones que existe en la red.

El sistema principal de distribución está conformado por tuberías de 6" hasta 24" de diámetro. Desde la planta de tratamiento se bombea directamente a las redes, no existiendo un control efectivo del consumo de agua, originando presiones bajas en las redes.

7.3 DESCRIPCION DEL SISTEMA PROYECTADO

En el año 1984 la ex-SENAPA realizó el Estudio de Factibilidad para la ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado, el mismo que contemplaba un horizonte de diseño al año 2000 en la I Etapa

y el año 2010 en II Etapa. Paralelamente el Estudio de Factibilidad propuso obras de rehabilitación y mejoramiento dentro del programa de medidas inmediatas, estas obras fueron ejecutadas en el año 1986 entrando en servicio ese mismo año.

Posteriormente en el año 1987 se ejecutaron los diseños definitivos propuestos en el Estudio de Factibilidad, manteniéndose, el horizonte del proyecto hasta el año 2000.

Por razones de limitaciones en las fuentes de financiamiento no ha sido posible ejecutar las obras previstas en los estudios realizados. Esta situación ha obligado a encontrar una solución mas viable financieramente y que permita atender las necesidades del servicio por lo menos en el plazo inmediato.

En el año 1991, la ex-SENAPA reformula el Estudio Definitivo de Agua Potable, considerando los mismos criterios del Estudio de Factibilidad.

Con respecto al sistema de distribución, se crearon cuatro zonas de servicio, cada una de ellas abastecida por un reservorio, y estos a su vez se abastecían de la estación de bombeo de la planta mediante líneas de impulsión. Se adopto esta solución para aprovechar la capacidad instalada de los reservorios.

Las zonas de servicio se han denominado centro, norte, sur y este, las cuales están abastecidas por los reservorios de 2,000, 3,000, 3,000 y 800 m³, respectivamente.

Se ha determinado tres zonas de densidad poblacional definidas en base a la capacidad económica de la población y denominadas alta, media y baja, con densidades de 90, 155 y 175 hab/Ha, respectivamente.

Para la cobertura de servicio se ha considerado 100%, 90% y 85% para las zonas alta, media y baja, respectivamente.

7.4 PARAMETROS DE DISEÑO

De las cuatro zonas de servicio se ha considerado la zona sur, siendo los parametros de diseño, los siguientes:

- Area servida: 623.07 Ha
- Población total: 105,213 hab.
- Población servida: 90,476 hab.
- Dotación para población servida: 230 lt/hab.día
- Dotación para población no servida: 50 lt/hab.día
- Coeficiente de variación horaria: 1.8

El siguiente cuadro muestra los caudales de diseño obtenidos:

CUADRO N° 7.1
CAUDALES DE DISEÑO - ZONA SUR - CHICLAYO

ZONA	AREA (Ha)	POBLACION TOTAL	POBLACION SERVIDA	Qmh (lps)
Baja	504.93	88,363	75,109	373.7
Media	95.66	14,827	13,344	65.5
Alta	22.48	2,023	2,023	9.7
Total	623.07	105,213	90,476	448.9

El caudal de diseño para el sistema de distribución es 448.90 lt/seg.

7.5 RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha determinado las redes matrices de acuerdo al esquema indicado en la Lamina N° L1, obteniendo los datos necesarios para el diseño de acuerdo a la metodología indicada en el punto 3.4, los mismos que se muestran en la Lamina N° L2. Los datos se han ingresado al NET, los mismos que se indican en el reporte respectivo.

Se ha reportado, luego de haber determinado los diámetros iniciales, el cálculo de las redes, de donde se aprecia que existen presiones menores de 10 metros, velocidades relativamente grandes, lo mismo que las pérdidas de carga, también se observa que existe diámetros de 4".

Siendo Chiclayo es una ciudad importante, consideramos que el diámetro mínimo de las redes matrices debe ser 6", y realizando los ajustes necesarios en la selección de diámetros, se obtienen los resultados indicados en la Lamina N° L3, el cual tiene una buena distribución de caudales y presiones adecuadas. Se destaca el hecho de que este diseño tiene, en algunos tramos, diámetros menores al Diseño del Estudio Definitivo.

Finalmente se ha determinado el costo de las redes matrices proyectadas, para lo cual se ha considerado la fórmula de costo $0.30 D^{2.02}$, los resultados también se presentan.

DATOS DE REDES MATRICES

Proyecto . CHICLAYO - NUEVA VICTORIA. AL 2000
 Cota piezometrica de ingreso a la red (m) : 48.60
 Numero de mallas en la red : 14
 Numero maximo de tramos en una malla : 8

Malla	Tramos	Malla Inicio	Tramo Inicio
1	7	1	7
2	5	1	5
3	4	1	4
4	5	1	3
5	6	1	2
6	8	1	1
7	6	4	1
8	5	5	2
9	6	5	2
10	6	5	1
11	7	6	4
12	6	6	3
13	6	9	2
14	6	11	2

Malla No. : 1

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	404.90	40	120	24	27.00	0	0.0	0.0
2	E	211.00	310	120	12	26.00	6	0.0	0.0
3	E	76.60	360	120	16	25.40	5	0.0	0.0
4	P	4.10	417	130	0	26.20	4	0.0	0.0
5	E	-4.20	360	120	8	27.00	3	0.0	0.0
6	E	-26.00	340	120	8	26.70	2	0.0	0.0
7	P	-44.00	120	130	0	27.10	0	0.0	0.0

Malla No. : 2

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	13.10	420	120	8	28.00	3	0.0	0.0
2	P	4.70	490	130	0	27.50	0	0.0	0.0
3	P	-4.70	700	130	0	26.70	0	0.0	0.0
4	P	-10.90	190	130	0	26.70	0	0.0	0.0
5	E	26.00	340	120	8	27.00	1	0.0	0.0

Malla No. : 3

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	P	2.90	230	130	0	26.70	4	0.0	0.0
2	P	-2.70	515	130	0	28.00	0	0.0	0.0
3	E	-13.10	420	120	8	27.00	2	0.0	0.0
4	E	4.20	360	120	8	26.20	1	0.0	0.0

Malla No. : 4

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
	P	66.70	510	130	0	26.50	5	0.0	0.0
2	E	3.00	180	120	10	26.50	7	0.0	0.0
3	E	-2.90	410	120	8	26.70	0	0.0	0.0
4	P	-2.90	230	130	0	26.20	3	0.0	0.0
5	P	-4.10	417	130	0	25.40	1	0.0	0.0

Malla No. : 5

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	123.10	730	120	12	26.00	6	0.0	0.0
2	E	53.00	250	120	10	26.00	10	0.0	0.0
3	E	-52.90	405	120	10	26.20	8	0.0	0.0
4	E	-61.20	375	120	10	26.50	7	0.0	0.0
5	P	-66.70	510	130	0	25.40	4	0.0	0.0
6	E	-76.60	360	120	16	26.00	1	0.0	0.0

Malla No. : 6

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	188.70	410	120	14	25.00	0	0.0	0.0
2	E	176.40	420	120	14	26.00	0	0.0	0.0
3	E	170.40	290	120	14	25.60	0	0.0	0.0
4	E	38.40	690	120	10	25.00	12	0.0	0.0
5	E	-38.40	360	120	10	25.00	10	0.0	0.0
6	E	-59.20	350	120	10	26.00	10	0.0	0.0
7	E	-123.10	730	120	12	26.00	5	0.0	0.0
8	E	-211.00	310	120	12	27.00	1	0.0	0.0

Malla No. : 7

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	61.20	375	120	10	26.20	5	0.0	0.0
2	P	2.70	505	130	0	27.10	8	0.0	0.0
3	P	1.10	390	130	0	26.60	0	0.0	0.0
4	P	-1.10	295	130	0	26.60	0	0.0	0.0
5	E	-3.50	390	120	8	26.50	0	0.0	0.0
6	E	-3.00	180	120	10	26.50	4	0.0	0.0

Malla No. : 8

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	P	66.70	330	130	0	26.00	9	0.0	0.0
2	P	20.00	495	130	0	26.90	0	0.0	0.0
3	P	2.60	310	130	0	27.10	0	0.0	0.0
4	P	-2.70	505	130	0	26.20	7	0.0	0.0
5	E	52.90	405	120	10	26.00	5	0.0	0.0

Malla No. : 9

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	P	33.50	450	130	0	25.00	10	0.0	0.0
2	P	24.60	350	130	0	23.90	10	0.0	0.0
3	P	15.20	370	130	0	23.50	13	0.0	0.0
4	P	-15.10	350	130	0	25.00	0	0.0	0.0
5	P	-32.00	330	130	0	26.00	0	0.0	0.0

6 F -66.70 330 130 0 26.00 8 0.0 0.0

Malla No. : 10

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	59.20	350	120	10	25.00	6	0.0	0.0
2	E	38.40	360	120	10	25.00	6	0.0	0.0
3	E	24.70	510	120	8	23.90	11	0.0	0.0
4	P	-24.60	350	130	0	25.00	9	0.0	0.0
5	P	-33.50	450	130	0	26.00	9	0.0	0.0
6	E	-53.00	250	120	10	26.00	5	0.0	0.0

Malla No. : 11

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	37.30	320	120	8	24.60	12	0.0	0.0
2	E	24.70	310	120	8	24.10	12	0.0	0.0
3	E	37.10	110	120	8	24.00	14	0.0	0.0
4	E	15.00	450	120	8	23.70	0	0.0	0.0
5	P	-15.00	430	130	0	23.80	13	0.0	0.0
6	P	-21.90	350	130	0	23.90	13	0.0	0.0
7	E	-24.70	510	120	8	25.00	10	0.0	0.0

Malla No. : 12

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	118.90	320	120	10	25.70	0	0.0	0.0
2	E	108.60	310	120	10	25.90	0	0.0	0.0
3	E	24.70	690	120	8	24.10	14	0.0	0.0
4	E	-24.70	310	120	8	24.60	11	0.0	0.0
5	E	-37.30	320	120	8	25.00	11	0.0	0.0
6	E	-38.40	690	120	10	25.60	6	0.0	0.0

Malla No. : 13

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	P	21.90	350	130	0	23.80	11	0.0	0.0
2	P	15.00	430	130	0	23.70	11	0.0	0.0
3	E	6.60	390	120	8	23.20	0	0.0	0.0
4	P	-6.60	400	130	0	23.40	0	0.0	0.0
5	P	-13.50	350	130	0	23.50	0	0.0	0.0
6	P	-15.20	370	130	0	23.90	9	0.0	0.0

Malla No. : 14

Tr.	Tub.	Q(lps)	L(m)	C	D(plg)	CoT(m)	Com.	Acc	Red
1	E	-24.70	690	120	8	25.90	12	0.0	0.0
2	E	66.50	510	120	8	25.80	0	0.0	0.0
3	P	28.80	450	130	0	25.20	0	0.0	0.0
4	P	7.90	330	130	0	24.80	0	0.0	0.0
5	P	-7.90	400	130	0	24.00	0	0.0	0.0
6	E	-37.10	110	120	8	24.10	11	0.0	0.0

RESULTADOS DE REDES MATRICES

CHICLAYO - NUEVA VICTORIA. AL 2000

Malla No. : 1

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	40	120	402.49	24	1.38	0.12	27.00	48.48	21.48
2	E	310	120	77.76	12	1.07	1.34	26.00	47.13	21.13
	P		130	126.41	14	1.27				
3	E	360	120	67.86	16	0.52	0.30	25.40	46.83	21.43
4	P	417	130	2.11	4	0.26	0.41	26.20	46.42	20.22
5	E	360	120	-7.30	8	-0.23	-0.14	27.00	46.56	19.56
6	E	340	120	-28.15	8	-0.87	-1.62	26.70	48.18	21.48
7	P	120	130	-46.41	10	-0.92	-0.42	27.10	48.60	21.50

Malla No. : 2

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	420	120	12.14	8	0.37	0.42	28.00	46.14	18.14
2	P	490	130	4.43	4	0.55	1.93	27.50	44.21	16.71
3	P	700	130	-4.97	4	-0.61	-3.39	26.70	47.61	20.91
4	P	190	130	-11.17	6	-0.61	-0.57	26.70	48.18	21.48
5	E	340	120	28.15	8	0.87	1.62	27.00	46.56	19.56

Malla No. : 3

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	230	130	4.01	4	0.49	0.75	26.70	45.67	18.97
2	P	515	130	-2.01	4	-0.25	-0.47	28.00	46.14	18.14
3	E	420	120	-12.14	8	-0.37	-0.42	27.00	46.56	19.56
4	E	360	120	7.30	8	0.23	0.14	26.20	46.42	20.22

Malla No. : 4

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	510	130	59.95	12	0.82	1.18	26.50	45.66	19.16
2	E	180	120	7.51	10	0.15	0.03	26.50	45.63	19.13
3	E	410	120	-3.32	8	-0.10	-0.04	26.70	45.67	18.97
4	P	230	130	-4.01	4	-0.49	-0.75	26.20	46.42	20.22
5	P	417	130	-2.11	4	-0.26	-0.41	25.40	46.83	21.43

Malla No. : 5

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	730	120	74.87	12	1.03	2.95	26.00	44.19	18.19
	P		130	50.19	10	0.99				
2	E	250	120	57.98	10	1.14	1.53	26.00	42.66	16.66
3	E	405	120	-40.26	10	-0.79	-1.26	26.20	43.92	17.72
4	E	375	120	-49.94	10	-0.99	-1.74	26.50	45.66	19.16
5	P	510	130	-59.95	12	-0.82	-1.18	25.40	46.83	21.43
6	E	360	120	-67.86	16	-0.52	-0.30	26.00	47.13	21.13

Malla No. : 6

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	410	120	112.00	14	1.13	1.65	25.00	46.83	21.83
	P		130	80.86	12	1.11				
2	E	420	120	124.82	14	1.26	2.06	26.00	44.77	18.77
	P		130	55.77	10	1.10				
3	E	290	120	120.68	14	1.22	1.34	25.60	43.43	17.83
	P		130	53.91	10	1.06				
4	E	690	120	40.35	10	0.80	2.16	25.00	41.27	16.27
5	E	360	120	-35.46	10	-0.70	-0.89	25.00	42.16	17.16
6	E	350	120	-56.26	10	-1.11	-2.02	26.00	44.19	18.19
7	E	730	120	-74.87	12	-1.03	-2.95	26.00	47.13	21.13
	P		130	-50.19	10	-0.99				
8	E	310	120	-77.76	12	-1.07	-1.34	27.00	48.48	21.48
	P		130	-126.41	14	-1.27				

Malla No. : 7

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	375	120	49.94	10	0.99	1.74	26.20	43.92	17.72
2	P	505	130	4.08	4	0.50	1.70	27.10	42.21	15.11
3	P	390	130	-3.83	4	-0.47	-1.17	26.60	43.38	16.78
4	P	295	130	-6.03	4	-0.74	-2.05	26.60	45.43	18.83
5	E	390	120	-8.43	8	-0.26	-0.20	26.50	45.63	19.13
6	E	180	120	-7.51	10	-0.15	-0.03	26.50	45.66	19.16

Malla No. : 8

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	330	130	60.97	12	0.84	0.79	26.00	41.87	15.87
2	P	495	130	13.69	8	0.42	0.54	26.90	41.34	14.44
3	P	310	130	-3.71	4	-0.46	-0.88	27.10	42.21	15.11
4	P	505	130	-4.08	4	-0.50	-1.70	26.20	43.92	17.72
5	E	405	120	40.26	10	0.79	1.26	26.00	42.66	16.66

Malla No. : 9

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	450	130	31.56	8	0.97	2.28	25.00	40.37	15.37
2	P	350	130	22.66	8	0.70	0.96	23.90	39.41	15.51
3	P	370	130	12.11	6	0.66	1.29	23.50	38.12	14.62
4	P	350	130	-15.69	6	-0.86	-1.98	25.00	40.09	15.09
5	P	330	130	-32.59	8	-1.01	-1.78	26.00	41.87	15.87
6	P	330	130	-60.97	12	-0.84	-0.79	26.00	42.66	16.66

Malla No. : 10

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	350	120	56.26	10	1.11	2.02	25.00	42.16	17.16
2	E	360	120	35.46	10	0.70	0.89	25.00	41.27	16.27
3	E	510	120	24.40	8	0.75	1.86	23.90	39.41	15.51
4	P	350	130	-22.66	8	-0.70	-0.96	25.00	40.37	15.37
5	P	450	130	-31.56	8	-0.97	-2.28	26.00	42.66	16.66
6	E	250	120	-57.98	10	-1.14	-1.53	26.00	44.19	18.19

Malla No. : 11

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P	Pres.
1	E	320	120	36.61	8	1.13	2.48	24.60	38.80	14.20
2	E	310	120	24.01	8	0.74	1.10	24.10	37.70	13.60
3	E	110	120	38.22	8	1.18	0.92	24.00	36.77	12.77
4	E	450	120	16.65	8	0.51	0.81	23.70	35.96	12.26
5	P	430	130	-15.85	6	-0.87	-2.48	23.80	38.44	14.64
6	P	350	130	-22.75	8	-0.70	-0.97	23.90	39.41	15.51
7	E	510	120	-24.40	8	-0.75	-1.86	25.00	41.28	16.28

Malla No. : 12

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	320	120	44.05	10	0.87	1.18	25.70	42.26	16.56
	P		130	77.12	12	1.06				
2	E	310	120	53.22	10	1.05	1.62	25.90	40.64	14.74
	P		130	57.65	10	1.14				
3	E	690	120	26.51	8	0.82	2.94	24.10	37.70	13.60
4	E	310	120	-24.01	8	-0.74	-1.10	24.60	38.80	14.20
5	E	320	120	-36.61	8	-1.13	-2.48	25.00	41.27	16.27
6	E	690	120	-40.35	10	-0.80	-2.16	25.60	43.43	17.63

Malla No. : 13

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	350	130	22.75	8	0.70	0.97	23.80	38.44	14.64
2	P	430	130	15.85	6	0.87	2.48	23.70	35.96	12.26
3	E	390	120	9.10	8	0.28	0.23	23.20	35.73	12.53
4	P	400	130	-4.10	4	-0.51	-1.36	23.40	37.09	13.69
5	P	350	130	-11.00	6	-0.60	-1.03	23.50	38.12	14.62
6	P	370	130	-12.11	6	-0.66	-1.29	23.90	39.41	15.51

Malla No. : 14

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	690	120	-26.51	8	-0.82	-2.94	25.90	40.64	14.74
2	E	510	120	22.71	8	0.70	1.63	25.80	39.00	13.20
	P		130	44.28	10	0.87				
3	P	450	130	29.33	8	0.90	1.99	25.20	37.01	11.81
4	P	330	130	8.43	4	1.04	4.26	24.80	32.75	7.95
5	P	400	130	-7.37	4	-0.91	-4.02	24.00	36.77	12.77
6	E	110	120	-38.22	8	-1.18	-0.92	24.10	37.70	13.60

RESULTADOS DE REDES MATRICES

CHICLAYO - NUEVA VICTORIA, AL 2000

Malla No. : 1

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	40	120	399.86	24	1.37	0.12	27.00	48.48	21.48
2	E	310	120	77.64	12	1.06	1.34	26.00	47.14	21.14
	P		130	126.21	14	1.27				
3	E	360	120	70.98	16	0.55	0.32	25.40	46.81	21.41
4	P	417	130	6.25	6	0.34	0.43	26.20	46.39	20.19
5	E	360	120	-7.90	8	-0.24	-0.16	27.00	46.55	19.55
6	E	340	120	-27.85	8	-0.86	-1.59	26.70	48.14	21.44
7	P	120	130	-49.04	10	-0.97	-0.46	27.10	48.60	21.50

Malla No. : 2

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	420	120	11.25	8	0.35	0.37	28.00	46.18	18.18
2	P	490	130	1.51	6	0.08	0.04	27.50	46.15	18.65
3	P	700	130	-7.89	6	-0.43	-1.11	26.70	47.26	20.56
4	P	190	130	-14.09	6	-0.77	-0.88	26.70	48.14	21.44
5	E	340	120	27.85	8	0.86	1.59	27.00	46.55	19.55

Malla No. : 3

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	230	130	8.74	6	0.48	0.44	26.70	45.94	19.24
2	P	515	130	-4.05	6	-0.22	-0.24	28.00	46.18	18.18
3	E	420	120	-11.25	8	-0.35	-0.37	27.00	46.55	19.55
4	E	360	120	7.90	8	0.24	0.16	26.20	46.38	20.18

Malla No. : 4

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	510	130	58.93	12	0.81	1.14	26.50	45.67	19.17
2	E	180	120	7.04	10	0.14	0.02	26.50	45.65	19.15
3	E	410	120	-10.09	8	-0.31	-0.29	26.70	45.94	19.24
4	P	230	130	-8.74	6	-0.48	-0.44	26.20	46.38	20.18
5	P	417	130	-6.25	6	-0.34	-0.43	25.40	46.81	21.41

Malla No. : 5

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	730	120	72.81	12	1.00	2.80	26.00	44.34	18.34
	P		130	48.81	10	0.96				
2	E	250	120	54.34	10	1.07	1.36	26.00	42.98	16.98
3	E	405	120	-35.24	10	-0.70	-0.99	26.20	43.97	17.77
4	E	375	120	-49.39	10	-0.97	-1.70	26.50	45.67	19.17
5	P	510	130	-58.93	12	-0.81	-1.14	25.40	46.81	21.41
6	E	360	120	-70.98	16	-0.55	-0.32	26.00	47.14	21.14

Malla No. : 6

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	410	120	110.67	14	1.11	1.61	25.00	46.87	21.87
	P		130	79.90	12	1.10				
2	E	420	120	123.23	14	1.24	2.01	26.00	44.85	18.85
	P		130	55.06	10	1.03				
3	E	290	120	119.08	14	1.20	1.30	25.60	43.55	17.95
	P		130	53.20	10	1.05				
4	E	690	120	40.22	10	0.79	2.14	25.00	41.41	16.41
5	E	360	120	-35.66	10	-0.70	-0.90	25.00	42.30	17.30
6	E	350	120	-56.46	10	-1.11	-2.04	26.00	44.34	18.34
7	E	730	120	-72.81	12	-1.00	-2.80	26.00	47.14	21.14
	P		130	-48.81	10	-0.96				
8	E	310	120	-77.64	12	-1.06	-1.34	27.00	48.48	21.48
	P		130	-126.21	14	-1.27				

Malla No. : 7

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	375	120	49.39	10	0.97	1.70	26.20	43.97	17.77
2	P	505	130	8.55	6	0.47	0.93	27.10	43.04	15.94
3	P	390	130	-10.13	6	-0.56	-0.98	26.60	44.02	17.42
4	P	295	130	-12.33	6	-0.68	-1.07	26.60	45.09	18.49
5	E	390	120	-14.73	8	-0.45	-0.56	26.50	45.65	19.15
6	E	180	120	-7.04	10	-0.14	-0.02	26.50	45.67	19.17

Malla No. : 8

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	330	130	50.09	10	0.99	1.33	26.00	41.66	15.66
2	P	495	130	2.92	6	0.16	0.12	26.90	41.53	14.63
3	P	310	130	-14.48	6	-0.79	-1.51	27.10	43.04	15.94
4	P	505	130	-8.55	6	-0.47	-0.93	26.20	43.97	17.77
5	E	405	120	35.24	10	0.70	0.99	26.00	42.98	16.98

Malla No. : 9

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	450	130	33.79	8	1.04	2.59	25.00	40.39	15.39
2	P	350	130	24.89	8	0.77	1.14	23.90	39.25	15.35
3	P	370	130	12.16	6	0.67	1.31	23.50	37.94	14.44
4	P	350	130	-15.57	6	-0.85	-1.95	25.00	39.89	14.89
5	P	330	130	-32.47	8	-1.00	-1.76	26.00	41.66	15.66
6	P	330	130	-50.09	10	-0.99	-1.33	26.00	42.98	16.98

Malla No. : 10

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	350	120	56.46	10	1.11	2.04	25.00	42.30	17.30
2	E	360	120	35.66	10	0.70	0.90	25.00	41.41	16.41
3	E	510	120	26.42	8	0.81	2.16	23.90	39.25	15.35
4	P	350	130	-24.89	8	-0.77	-1.14	25.00	40.39	15.39
5	P	450	130	-33.79	8	-1.04	-2.59	26.00	42.98	16.98
6	E	250	120	-54.34	10	-1.07	-1.36	26.00	44.34	18.34

Malla No. : 11

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	320	120	34.65	8	1.07	2.24	24.60	39.17	14.57
2	E	310	120	22.05	8	0.68	0.94	24.10	38.23	14.13
3	E	110	120	34.69	8	1.07	0.77	24.00	37.46	13.46
4	E	450	120	12.52	8	0.39	0.49	23.70	36.98	13.28
5	P	430	130	-20.05	8	-0.62	-0.94	23.80	37.92	14.12
6	P	350	130	-26.95	8	-0.83	-1.33	23.90	39.25	15.35
7	E	510	120	-26.42	8	-0.81	-2.16	25.00	41.41	16.41

Malla No. : 12

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	320	120	43.26	10	0.85	1.14	25.70	42.41	16.71
	P		130	75.73	12	1.04				
2	E	310	120	52.18	10	1.03	1.56	25.90	40.85	14.95
	P		130	56.52	10	1.12				
3	E	690	120	24.93	8	0.77	2.63	24.10	38.23	14.13
4	E	310	120	-22.05	8	-0.68	-0.94	24.60	39.17	14.57
5	E	320	120	-34.65	8	-1.07	-2.24	25.00	41.41	16.41
6	E	690	120	-40.22	10	-0.79	-2.14	25.60	43.55	17.95

Malla No. : 13

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	P	350	130	26.95	8	0.83	1.33	23.80	37.92	14.12
2	P	430	130	20.05	8	0.62	0.94	23.70	36.98	13.28
3	E	390	120	9.17	8	0.28	0.23	23.20	36.75	13.55
4	P	400	130	-4.03	6	-0.22	-0.18	23.40	36.93	13.53
5	P	350	130	-10.93	6	-0.60	-1.01	23.50	37.94	14.44
6	P	370	130	-12.16	6	-0.67	-1.31	23.90	39.25	15.35

Malla No. : 14

Tr	Tub	Lon	Coe	Caudal	Dia	Vel	hf	Co T.	Co P.	Pres.
1	E	690	120	-24.93	8	-0.77	-2.63	25.90	40.85	14.95
2	E	510	120	22.51	8	0.69	1.61	25.80	39.25	13.45
	P		130	43.88	10	0.87				
3	P	450	130	28.73	8	0.89	1.92	25.20	37.33	12.13
4	P	330	130	7.83	6	0.43	0.52	24.80	36.81	12.01
5	P	400	130	-7.97	6	-0.44	-0.65	24.00	37.46	13.46
6	E	110	120	-34.69	8	-1.07	-0.77	24.10	38.23	14.13

COSTOS DE REDES MATRICES

CHICLAYO - NUEVA VICTORIA, AL 2000

No.	Diametro (plg)	Longitud Total (m)	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
1	6	6,737	11.19	75,414.24
2	8	2,360	20.02	47,236.21
3	10	2,710	31.41	85,131.55
4	12	1,240	45.40	56,297.49
5	14	310	61.99	19,215.94
			Total (\$)	283,295.43

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

El haber desarrollado el presente trabajo, ha permitido realizar una serie de investigación de información y metodologías, habiendo llegado a las siguientes conclusiones:

- Para diseñar un sistema de distribución, es importante realizar un estudio de campo y las coordinaciones correspondientes con las instituciones involucradas con el abastecimiento de agua -sobre todo para abastecimiento a localidades urbanas-, con la finalidad de obtener información necesaria para el estudio.
- Dentro de la información que debe recopilarse, debe prestarse una mayor importancia al sistema existente a fin de conocer al detalle cual es la capacidad instalada del sistema. Para el caso particular del sistema de distribución es necesario conocer los diámetros de las tuberías que se van a considerar como matrices, y de ser posible determinar su estado de conservación, es decir, evaluar el coeficiente de rugosidad.
- Otra información, también importante, pero un poco más difícil de determinar, es identificar la distribución poblacional en el área de servicio, cual es la población servida. Este conocimiento permite determinar con una mayor precisión de la demanda en el sistema de distribución y el comportamiento hidráulico de las redes matrices.
- Existen diversos métodos para el cálculo de un sistema de distribución, algunos mas complejos que otros; el más conocido es el método de Hardy Cross, que reforzado con criterios racional y la experiencia valiosa del profesional se pueden realizar muy buenos diseños.
- Con la difusión masiva, en todos los niveles, de la informática y el desarrollo de software, ha originado que aparezca una serie de herramientas muy útiles para todas las especialidades, en particular para la ingeniería. Lo cual se traduce mayor posibilidad de análisis para diferentes alternativas que pueden resolver un determinado problema.
- Si bien los software existentes que se utilizan para el diseño de sistemas de distribución, son buenas herramientas, es conveniente disponer de uno que permita realizar una serie de opciones que comúnmente se presentan en casos reales.
- El software NET, es un aporte importante que se pone a consideración de estudiantes y profesionales de la especialidad, a fin de que dispongan de

una herramienta para sus diseños. Es oportuno destacar que existen otra serie de criterios que no se han considerado, como por ejemplo considerar un diámetro mínimo de diseño, tramos que tienen tuberías paralelas existentes, etc., los cuales se tendrán en cuenta para la siguiente versión.

8.2 RECOMENDACIONES

Como parte final del presente trabajo, se recomienda lo siguiente:

- Las normas de diseño recomiendan valores para determinados parametros, como dotación, coeficientes de variación de consumo, y otros que son necesarios para el diseño de un sistema de distribución; existe metodologías racionales para determinar dichos parametros en base a un estudio de campo, lo cual producirá valores mas reales que los recomendados.
- Dedicar el tiempo necesario, para cada caso particular, y esfuerzo a la obtención de toda la información necesaria para el diseño de un sistema de distribución.
- Estamos viviendo una época caracterizada por presentar progresos muy acelerados en todos los campos de investigación, lo cual obliga al profesional a una permanente capacitación.
- El campo que más se ha desarrollado es la informática, la aparición de software denominados de producción como son las hojas de cálculo, bases de datos, diseño asistido por computadora, etc., hacen evidenciar que el profesional debe conocer y dominar dichas herramientas.
- Los adelantos que se han producido, hacen ver que es necesario que la universidad, en especial la Facultad de Ingeniería Ambiental, incorpore en los cursos de especialidad la aplicación de los software de producción y todas las bondades que estos ofrecen.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) J. M. de Azevedo Netto, Guillermo Acosta Alvarez, Manual de Hidráulica, Harla S.A. de C.V., México, 1976.
- 2) Víctor L. Streeter, Mecánica de los Fluidos, Librería Editorial Stella, Colombia, 1977.
- 3) Gordon Maskew Fair, John Charles Geyer, Daniel Alexander Okun, Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales, Ediciones Ciencia y Técnica S.A., México, 1987.
- 4) Metcalf - Eddy, Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales, Editorial Labor S.A., España, 1977.
- 5) J. Pérez, L. Cánepa de V., C. Richter, Luis di Bernardo, Evaluación de Plantas de Tratamiento - Tomo I, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS, Lima, 1984.
- 6) Carlos E. Ruiz Altuna, Criterios para el Diseño de Redes más Económicas, Primer Congreso de Ingeniería Sanitaria, Lima, 1955.
- 7) Enrique Munizaga Diaz, Los Caminos del Agua - Hacia un Arte de Diseñar Redes de Distribución de Redes de Agua Potable, Décimo Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria, San Salvador.
- 8) Servicio Nacional de Agua Potable y Alcantarillado - SENAPA, Estudio de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Chiclayo, Lima, 1985.
- 9) Corporación Hidrotécnica S.A. - Ingenieros Consultores, Estudio Definitivo de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Chiclayo, Lima, 1987.
- 10) Van Wolverton, El Libro del MS DOS, Ediciones Anaya Multimedia S.A., España, 1992.
- 11) Fco. Javier Ceballos Sierra, Manual para QuickBasic 4.0 - Guía del Programador, RA-MA Editorial, España, 1988.
- 12) Luis Joyanes Aguilar, Programación en QuickBASIC 4.0/4.5, España, 1990.