

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS

TESIS MONOGRÁFICA

TITULO:

PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA EL BARRIO CAMILO ORTEGA, MUNICIPIO DE MANAGUA, EN EL PERIODO 2011-2031.

AUTORES:

- ✚ BR. MEYLING EUNICES CRUZ HERNÁNDEZ**
- ✚ BR. RAMÓN ANTONIO CARACAS VELÁSQUEZ**

TUTOR:

- ✚ Dr. Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado**

Managua, Mayo 2011

INDICE

Agradecimientos.....	5
I. ASPECTOS GENERALES.....	8
1.1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.2. ANTECEDENTES.....	10
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	11
1.4. OBJETIVOS.....	13
1.4.1. Objetivos generales:.....	13
1.4.2. Objetivos Específicos:.....	13
1.5. MARCO TEÓRICO.....	14
1.5.1. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	14
1.5.1.1. Generalidades.....	14
1.5.1.2. Cálculo de Población.....	14
1.5.2. PARÁMETROS DE DISEÑOS.....	15
1.5.2.1. Dotación.....	15
1.5.2.2. Población A Servir.....	16
1.5.2.3. Nivel De Servicio.....	16
1.5.3. Período de Diseños.....	18
1.5.3.1. Variaciones de Consumo.....	19
1.5.3.2. Presiones Máximas y Mínimas.....	19
1.5.3.3. Coeficiente de Rugosidad (C).....	20
1.5.3.4. Velocidades permisibles en tuberías.....	20
1.5.3.5. Cobertura de Tuberías.....	21
1.5.3.6. Pérdidas de Agua en el Sistema.....	21
1.5.4. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	21
1.5.4.1. Generalidades.....	21
1.5.4.2. Tipos de fuentes de abastecimiento.....	22
1.5.5. ESTACIONES DE BOMBEO.....	24
1.5.5.1. Generalidades.....	24
1.5.5.2. Caseta de Control.....	24
1.5.5.3. Fundaciones de equipos de bombeo:.....	24
1.5.5.4. Equipo de bombeo y motor:.....	24
1.5.5.5. Motores Eléctricos.....	28
1.5.6. LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.....	28
1.5.6.1. Generalidades.....	28
1.5.6.2. Línea de Conducción.....	29
1.5.6.3. Línea de Conducción por Gravedad.....	29
1.5.6.4. Red de distribución.....	31

1.5.6.5.	Hidráulica del Acueducto	31
1.5.7.	ALMACENAMIENTO	35
1.5.7.1.	Generalidades	35
1.5.7.2.	Capacidad.....	35
1.5.7.3.	Localización	35
1.5.7.4.	Clase y Tipos de Tanques.....	36
1.6.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	38
1.6.1.	Tipo de Investigación	38
1.6.2.	Población y Muestra	38
1.6.3.	Fuentes y técnicas de recopilación de datos	39
1.6.4.	Técnicas de Procesamiento de datos de la encuesta.....	40
1.6.5.	Técnicas de Análisis de datos de las encuestas.....	40
1.6.6.	Operacionalización de las variables.....	41
II.	ASPECTOS GENERALES.....	44
2.1.1.	Información Poblacional.....	44
2.1.2.	Proyección de La Población.....	44
2.1.3.	Determinación del Caudal de Diseño.....	45
2.1.4.	Proyección de demanda de agua.....	46
2.1.5.	Información geodésica	47
2.1.6.	Hidrología del Sector.....	47
2.1.7.	Calidad Física – Química del Agua	47
III.	CRITERIOS DE DISEÑO	49
3.1.1.	Periodo de Diseño.....	49
3.1.2.	Población de Diseño.	49
3.1.3.	Nivel De Servicio.....	49
3.1.4.	Dotación de Agua.....	49
3.1.5.	Capacidad de La Fuente de Abastecimiento.....	50
3.1.6.	Variaciones de Consumo.	50
3.1.7.	Volumen de Almacenamiento.	50
3.1.8.	Velocidad en La Red de Distribución.	51
3.1.9.	Presiones Mínimas Y Máximas.	51
3.1.10.	Golpe de Ariete	51
3.1.11.	Indicadores Técnicos Del Proyecto:.....	53
IV.	DISEÑO HIDRAULICO.	55
4.1.1.	ESTACIÓN DE BOMBEO	55
4.1.2.	Diseño de la Bomba.....	55
4.1.3.	Carga Total dinámica	56
4.1.4.	Calculo del punto de operación de la Bomba sumergible.	57
4.1.5.	ALMACENAMIENTO.	59
4.1.5.1.	Volumen del tanque.....	59
4.1.5.2.	Determinación de las áreas tributarias.	60
4.1.6.	RED DE DISTRIBUCIÓN	60

4.1.6.1.	Trazado de Red (Nodos)	61
4.1.6.2.	Trazado de Red (Líneas)	62
V.	ESTIMADO DE LA OBRA (PRESUPUESTO).....	65
5.1.1.	Costos Directos:.....	65
V.	RESULTADO DE ANALISIS	71
VI.	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES.	85
	BIBLIOGRAFÍA.	86
IX.	ANEXOS	87

AGRADECIMIENTOS

- ✚ En primer lugar agradezco a Dios por ser mi padre espiritual, ya que ha sido la fuerza, vida y amor que han hecho de mí una persona de bien, quien con su grandeza ha estado ahí conmigo enseñándome los caminos correctos de la vida.
- ✚ A mi madre por ser el apoyo incondicional de mi vida, quien me ha motivado a superarme, ha estado ahí cuando más la necesito y por darme todo su cariño y amor incondicional.
- ✚ A mi padre por ser el guía de mi vida, por dedicarme su tiempo a enseñarme, apoyarme, animarme a seguir creciendo y nunca abandonarme.
- ✚ A mi hermanito y hermanita por apoyarme y guiarme por el camino correcto, e instruirme y enseñarme que la mejor manera de superarse es el estudio.
- ✚ A mi compañero de vida, amor, amigo fiel, cómplice, estudio, monografía y mucho más, porque él ha sido todo para mí, amor, fuerza, apoyo, carácter y sobre todo ha sido la única y mejor alegría de mi existencia.
- ✚ Y finalmente agradezco a mi toda mi familia, amig@s, maestr@s, tutores y conocidos por brindarme sus consejos, sus conocimientos y apoyo para la superación personal y profesional.

“A todos los antes mencionados les dedico este trabajo”

M. Cruz

Agradecimientos

- ✚ Agradezco a Dios por iluminar mis senderos, quitar las espinas del camino y darme fortaleza en las vicisitudes de la vida.
- ✚ A mi madre por su apoyo económico, sentimental. Entenderme en los momentos de dificultad darme todo su comprensión y amor.
- ✚ A mi hermana por sus consejos apoyo gracias por acompañarme en los escalones de mi vida, compartiendo las alegrías de mi vida.
- ✚ A mi compañera de vida, estudio, monografía que ha sido la persona que ha alimentado mi mente, corazón, espíritu. Correspondiendo mi alegría.
- ✚ Agradezco a las personas que me brindaron consejos, apoyo, que me han servido para llevar a cabo una de mis metas en la vida. Estas personas que desinteresadamente me han tratado como hijo, hermano les dedico este trabajo.

R. Caracas

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

CAPITULO I
ASPECTOS GENERALES

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

El agua es el principal elemento para la supervivencia humana, por eso existe una gran relación entre el agua y la salud, los que son dos elementos que contribuyen al sostenimiento y a la calidad de la vida. La disponibilidad y calidad del agua determinan el grado de salud e higiene en cualquiera sociedad.

La presente Tesis Monográfica titulada “Propuesta de rediseño del Abastecimiento de agua potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031” para optar por la titulación de Ingeniero Civil.

Del 100% de las aguas, sólo un 2% equivalen a agua dulce, las cuales al pasar por un corto proceso de tratamiento y cloración puede ser consumida, lo que provoca una disputa por el vital líquido, debido a que cada comunidad por muy pequeña que sea, requiere de un servicio mínimo de abastecimiento de agua potable. El mayor aporte de las aguas dulces, lo hacen las aguas subterráneas las cuales eran relativamente libres de contaminación y particularmente útiles para uso doméstico. Hoy, salvo en raros casos, el agua como se encuentra en la naturaleza, no puede ser utilizada directamente para el consumo humano ni para usos industriales, dado que no es lo suficientemente pura biológicamente ni químicamente, debido a residuos y sustancias contaminantes arrojados por el ser humano a diario.

Los seres humanos no pueden sobrevivir sin consumir agua por más de cuatro días, ya que el agua constituye el 70% de nuestro cuerpo. El agua potable cubre las siguientes necesidades primordiales.

- Biológicas
- Higiene personal
- Industriales y comerciales

- Facilitar la limpieza tanto urbano, como comercial e industrial

La cantidad de agua para mantener la vida de una persona es muy pequeña, pero al agruparse en comunidades, esta cantidad se incrementa considerablemente, tomando en cuenta que el agua también es indispensable en la vida diaria para ser usada en diferentes propósitos, tales como:

- Uso doméstico: higiene personal, cocinar, lavar ropa, limpieza en general, etc.
- Uso industrial: curtir, fabricar alimentos, limpieza generar electricidad
- Uso agrícola: para irrigar los campos
- Uso ganadero: para dar de beber a los animales domésticos
- En la acuicultura: para criar peces y otras especies
- Uso medicinal: curar enfermedades. Las aguas termales y medicinales. Las aguas minerales son de consumo para bebidas.

El agua en sí no tiene ningún costo, lo que cuesta es encontrar estas fuentes de agua dulce que reúnan las condiciones aceptables, tratarlas para luego conducir las, almacenarlas y distribuir las en forma regular a los hogares.

Generalmente, el desinterés por parte de las Alcaldías para la realización de estudios de la zona y posteriormente un diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en general, limita las inversiones de proyectos socioeconómicos por parte de organismos gubernamentales y no gubernamentales.

En Nicaragua, los intereses gubernamentales están particularmente dirigidos a solventar problemas de mayor notoriedad, dejando a un lado la realidad del país, que vive una crisis casi en la mayoría de los sectores, dentro de los que se encuentran: educación, salud, etc.,

A veces dar prioridad a la solución de pequeños problemas ayuda a disminuir los problemas más grandes. Proporciona a la población la oportunidad de vivir

dignamente, promoviendo las inversiones de proyectos socioeconómicos como: proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable, mantenimiento de estos sistemas o rediseñar estos debido al aumento de la población. Dar prioridad a la solución del problema de abastecimiento de agua potable ayuda a mejorar la calidad de vida, el desarrollo económico de la zona y a disminuir la vulnerabilidad de la zona ante las enfermedades causadas por mal almacenamiento de agua donde se crean bacterias.

1.2. ANTECEDENTES

El desarrollo de los proyectos de agua potable y aguas residuales, depende principalmente de la necesidad por mejorar las condiciones de vida de la población.

Los principales criterios para el rediseño de un sistema de abastecimiento de agua son los siguientes:

- Cifras de consumo de agua
- Periodos de diseño y vida útil de la estructura
- Variaciones periódicas de los consumos
- Clases de tuberías y materiales a utilizar

Con el pasar de los años, los habitantes del barrio Camilo Ortega (**VER UBICACIÓN DEL BARRIO EN ANEXO I**) en la ciudad de Managua han incrementado en número de habitantes desde su último Censo 2005: 5,318 Habitantes), En la actualidad aproximadamente habitan 6 personas por cada hogar, desde el año 2005 hasta el año 2011, la población se incrementó en un 15.96 %, equivalente a 849 habitantes, lo que ha producido una fuerte necesidad de abastecimiento eficiente de agua potable.

De un total de 1028 viviendas aproximadamente cuentan con un servicio de agua potable a nivel domiciliario, lo que permite una cobertura del 90%, esto significa que el resto de las viviendas aun no cuentan con acceso directos a la

red de agua potable, sino de puestos públicos o mediante pipas que llegan abastecer el lugar.

Para el 2007 se ejecuto un proyecto piloto de abastecimiento de agua potable, pero el barrio en la actualidad el barrio se ha expandido incrementado asi la demanda del vital liquido.

Según una nota de prensa se dice:

A la fecha 01 de marzo 2011, camiones cisternas llevan agua potable a 23 barrios, solucionando definitivamente a otros nueve, según informó Humberto Cornejo, Vicegerente de Operaciones de ENACAL, Managua

El alto funcionario explicó que el problema se genera debido al sistema de distribución obsoleto y equipos viejos, que durante años no recibieron ninguna inversión. http://www.nuevaya.com.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=103960:enacal-normaliza-servicio-de-agua-potable-en-el-barrio-camilo-ortega&catid=89:noticias-de-los-municipios&Itemid=551

El mantenimiento periódico en todo el sistema juega un papel fundamental en la prolongación de la vida útil de todos los elementos, tuberías, bombas, la actual falta mantenimiento en los sistemas genera inconvenientes a la población para sus actividades diarias, por lo que es necesario un rediseño total del sistema de agua potable.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El Bo. Camilo Ortega, actualmente tiene un serio problema de desabastecimiento de agua potable, con el presente Proyecto se pretende mitigar la dificultad que enfrentan los habitantes de este barrio del Municipio de Managua, en cuanto allá falta del vital líquido; por estas razones se ha optado por una propuesta de rediseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en y a la vez extender la red hacia todas las áreas del sector, a la vez esto permitirá poner en práctica para la implementación de todos los conocimientos adquiridos en Ingeniería Sanitaria.

En el Barrio Camilo Ortega se ha visto la necesidad urgente de agua potable y la creación de un nuevo sistema de abastecimiento, siendo el problema de investigación el siguiente:

Para el rediseño de abastecimiento de agua potable se realizarán estudios poblacionales e hidrológicos de la zona, proyectando la población y rediseñar un sistema de abastecimiento de agua potable de acuerdo a factores propios de la zona y usar los criterios y normas de INAA.

La elaboración de esta nueva propuesta agilizará el proceso de aceptación por parte de los organismos encargados para realizar la inversión necesaria, ya que existirá una iniciativa planteada a partir de una necesidad que los futuros alcaldes pueden incluir en su plan de desarrollo.

Con la implementación del rediseño, el sistema de distribución de agua potable se proyecta suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores a un costo razonable, mejorando su nivel de vida y disminuyendo el número de casos de enfermedades causadas por las situaciones antes expuestas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. *Objetivos generales:*

- Elaborar una propuesta de rediseño de abastecimiento de agua potable que mejore la calidad de vida del barrio Camilo Ortega en el Municipio de Managua.

1.4.2. *Objetivos Específicos:*

- Analizar la información poblacional, hidrológica y los diferentes criterios esenciales para determinar el Caudal de Diseño.
- Determinar los requerimientos técnicos para rediseñar la red del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Elaborar un rediseño hidráulico para el desarrollo del sistema de abastecimiento de agua potable propio de la comunidad del barrio Camilo Ortega.
- Realizar la estimación del costo del rediseño, para reducir costos del sistema.

1.5. MARCO TEÓRICO

1.5.1. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

1.5.1.1. Generalidades

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

La información de datos poblacionales se obtuvieron en las siguientes fuentes de información: Censo nacional 1995 Y 2005 INIDE

1.5.1.2. Cálculo de Población

Tasa de crecimiento geométrico

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

1. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%
2. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%
3. Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
 - a) Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
 - b) Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
 - c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará la fórmula siguiente:

$$P_n = P_o (1+i)^n \text{ ecuación (1)}$$

Donde:

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

i = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4% (**Normas Técnicas de ENACAL, 1era Edición, 2001**). El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

1.5.2. PARÁMETROS DE DISEÑOS

1.5.2.1. Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

1. Nivel de Servicio adoptado
 2. Factores geográficos
 3. Factores culturales
 4. Uso del agua.
-
- a. Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.
 - b. Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

- c. Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 Lppd.

1.5.2.2. Población A Servir.

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

La población a servir por los pozos excavados a mano se estima como mínimo 6 familias de 6 miembros o sea 36 personas por pozo.

En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

1.5.2.3. Nivel De Servicio

Puestos Públicos: Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas.

Consideraciones

- a. Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- b. El puesto público no deberá ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz etc.
- c. Se cercará el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
- d. En cada puesto público se colocará como máximo 2 grifos

Ubicación

- a. El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de las casas, para su ubicación deberá abastecer como mínimo dos casas.

- b. Se ubicarán puestos en las Escuelas, Centro de Salud, Centros Infantiles.
- c. El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.
- d. La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100 m.

Criterios Técnicos

- a. El flujo de un grifo deberá ser de 0.10 lps mínimo y 0.30 lps máximo.
Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de tapón (globo de ½” en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.
- b. La carga residual mínima deberá ser de 14 m y máxima 70 m.
Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.
- c. El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½” (12 mm).

Conexiones Domiciliares: Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

1. Condiciones Sociales

- a. Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.
- b. Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del Sistema, ya que cada llave quedará dentro de cada casa.

2. Condiciones Técnicas.

- a. Se deberá realizar un estudio de factibilidad en el Sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparado con los puestos públicos.

- b. La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias. La conexión domiciliar llegará hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión correrá por cuenta del propietario.

- c. Se aplicarán todos los criterios técnicos señalados en la construcción de puestos públicos.

- d. El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½” (12 mm.)

1.5.3. Período de Diseños.

En los diseños de proyectos de Abastecimiento de Agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema,

Propósito:

- Determinar qué períodos de estos componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación se indican los períodos de vida útil para diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

TABLA 1

Periodo de diseño económico de los elementos

Tipos de Componentes	Período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones Superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: INAA. Normas Técnicas: 1.- Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural, 2.- Saneamiento básico rural. Gobierno de la República de Nicaragua. 2001

1.5.3.1. Variaciones de Consumo.

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario)

1.5.3.2. Presiones Máximas y Mínimas.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 14.0 metros

Presión Máxima: 70.0 metros

1.5.3.3. Coeficiente de Rugosidad (C)

Tipos de materiales en los conductos:

TABLA 2

Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Hazen Williams.

Material del conducto	EDAD	
	NUEVOS C	INCIERTOS C
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Asbesto cemento	140	130
Hierro fundido cubierto (interior y exteriormente)	130	100
Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso	130	100
Hierro “dúctil”	130	100
Tubería de hormigón	130	120

Fuente: Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 1era Edición, 2001, pág. 53.

TABLA 3

Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Darcy-W.

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (H°.G°)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (H°. F°)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Diseño de acueductos y alcantarillados; Ricardo Alfredo López Cualla; 2da Edición.

1.5.3.4. Velocidades permisibles en tuberías.

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

1.5.3.5. Cobertura de Tuberías.

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

1.5.3.6. Pérdidas de Agua en el Sistema.

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

1.5.4. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

1.5.4.1. Generalidades

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

- ✓ Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- ✓ Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

1.5.4.2. Tipos de fuentes de abastecimiento.

Manantiales: Son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuentes, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del período seco en la zona.

Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el diseño, el mínimo valor obtenido.

El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño, de lo contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible.

Estas consideraciones son validas para sistemas tipo MAG (Mini Acueducto por Gravedad), MABE (Mini acueducto por Bombeo Eléctrico) y CM.

- **Pozos:**

- ✓ **Pozo Excavado a Mano (PEM):** Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso. Para garantizar la durabilidad del sistema se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- a. Todo PEM deberá ser sometido a una prueba de rendimiento. El procedimiento para la realización de la prueba se presenta más adelante.

- b. Serán considerados solamente aquellos PEM, cuyo nivel estático se encuentre como mínimo 2 m. por encima del fondo del pozo; esta medida deberá realizarse al final del periodo de seco de la zona.

✓ **Pozo Perforado (PP)**

Esta elección se considerará únicamente si las opciones PEM, MAG Y CM no se pueden aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado empleando una bomba manual, por lo cual se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- a. El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo, siguiendo las consideraciones en el inciso “a” del apartado 5.3.3 mini acueducto por bombeo eléctrico.
- b. El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.

El servicio brindado por Pozo Excavado a Mano (PEM) o Pozo Perforado (PP), será equipado con bomba manual, preferiblemente del tipo “mecate”. Su ubicación será tal que quede equidistante de las viviendas y no mayor de 100 m de la más alejada.

✓ **Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE)**

Esta opción será considerada sólo en los casos en que exista: (1) Disponibilidad de fuente de abastecimiento; (2) Disponibilidad de energía eléctrica y (3) Capacidad de pago de la comunidad. Si no se puede aplicar ésta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

- a. El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la pruebas.

- b. El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- c. El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- d. Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

1.5.5. ESTACIONES DE BOMBEO

1.5.5.1. Generalidades.

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

1.5.5.2. Caseta de Control.

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

1.5.5.3. Fundaciones de equipos de bombeo:

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 28 días.

1.5.5.4. Equipo de bombeo y motor:

Bombas Verticales: Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuadas al pozo.

- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.
- El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse según el cuadro siguiente:

TABLA 4

Relación Diámetro Interno del Pozo y Caudal de Bombeo.

Diámetro Interno Ademe del Pozo		Caudal de Bombeo
(Pulgada)	mm	Gpm
6	150	10
8	200	15
10	250	25

Fuente: Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 1era Edición, 2001. Pág.: 39

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación al caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores.

TABLA 5

Relación diámetro columna de bombeo y caudal de bombeo

Diámetro de Columna de bombeo		Caudal de Bombeo	
(Pulgada)	mm	Gpm	Lps
3	75	50	3.15
4	100	100	6.30
6	150	600	37.8

Fuente: Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 1era Edición, 2001. Pág: 39

- Calidad del Eje
- Tipo de impulsores

- Característica del arranque y puesta en marcha
- Flexibilidad de Operación
- Curvas características de las bombas
- Golpe de ariete
- Tuberías en succión y descarga de equipos de bombeo.
- El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberán ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba (bombas horizontales), se debe conectar una reducción excéntrica.
- La velocidad que se recomienda en la tubería de succión se indican en la tabla 5.:

TABLA 6

Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal.

Velocidad	Diámetro	Caudal
Metros por segundo	Mm Segundos	Litros por Seg
0.75	50	Hasta 1.5
1.10	75	5
1.30	100	10

Fuente: Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 1era Edición, 2001.

En la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico-comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado. En la descarga o sarta de la bomba deberán considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención, para la selección del diámetro se recomienda en el cuadro siguiente:

El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta,

se deberá considerar una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete.

TABLA 7

Diámetro de Válvula de alivio con el caudal de descarga.

Diámetro de Válvula		Rango de Caudales	
(Pulgada)	mm	Gpm	Lps
3	75	500	31.5
2	50	250	15.8
1	25	60	3.8

Fuente: Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 1era Edición, 2001.

Las sargas deberán llevar:

- Medidor Maestro
- Manómetro con llave de chorro ½”
- Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.
- Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar las fuerzas que actúan en los atraques para obtener un buen diseño.

Bombas Horizontales: Las bombas centrifugas horizontales generalmente se emplean para pozos llanos y con un nivel de agua no mayor de 5.5 m por debajo del centro de la bomba y con un límite máximo de aspiración que se fija con la presión atmosférica.

Cuando las bombas centrífugas horizontales se colocan por encima del nivel de agua que van a bombear, es necesario para que trabajen que el tubo de succión y la bomba, estén completamente llenos de líquidos antes de que la bomba comience a funcionar, esto se logra al colocar una válvula de pie en el extremo inferior del tubo de succión por debajo del nivel del agua y cebando la bomba, lo cual se puede realizar por cualquiera de las siguientes formas:

- a. Por medio de una bomba pequeña de mano para la ceba que extrae el aire de la caja de la bomba.
- b. Llenando la caja de la bomba con agua procedente de un tanque elevado, por medio de una válvula que conecte a la caja con el tanque mediante tubería.
- c. Por medio de un inyector operado por aire, agua o vapor.
- d. Empleando un tanque de cebado que contenga una cantidad suficiente de líquido para establecer el flujo a través de la bomba al arrancar.
- e. Empleando una bomba de vacío.

En los aspectos relacionados a los motores eléctricos, tipo de energía y la conexión de la sarta se consideran los mismos criterios que en las bombas verticales.

1.5.5.5. Motores Eléctricos.

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrífugas en pozos profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso corriente dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125 hasta 200 HP, y de mayor capacidad.

Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba, debido a la pérdida mecánica. Las velocidades de operación de los motores eléctricos varían de acuerdo a la capacidad o caudal del equipo de bombeo.

1.5.6. LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

1.5.6.1. Generalidades

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios.

1.5.6.2. Línea de Conducción.

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.

1.5.6.3. Línea de Conducción por Gravedad.

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a. Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario ($C_{MD} = 1.5 \text{ CPD}$).
- b. En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5m por lo menos.
- c. La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo se recomienda

mantener una presión estática máxima de 70 m, incorporando en la línea tranquilas rompe presión donde sea necesario.

Línea de Conducción por Bombeo:

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. Deberá considerarse los siguientes aspectos.

- a. Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen William u otra similar.
- b. Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la formula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$)

Donde:

$$D= 0.9 (Q)^{0.45}$$

D= metros

Q= m³/seg

- c. Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio (CMD=1.5 CP, más las pérdidas).
- d. La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

1.5.6.4. Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a. Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ($CHM=2.5CPD$, más las pérdidas).
- b. El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c. La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

1.5.6.5. Hidráulica del Acueducto

Generalidades:

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarán problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías.

Líneas de Conducción: Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Ecuación (2)

Donde:

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

S= Pérdida de carga en mt/mt

Q= Gasto en m³/seg

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

Red de Distribución: Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede efectuarse de dos maneras.

a. Aplicando la fórmula siguiente:

$$H = \left[\frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L$$

Ecuación (3)

En la cual:

H: Pérdidas por fricción en metros

Q_e: Caudal entrante en el tramo en (gpm)

Q_f: Caudal de salida al final del tramo (gpm)

S_e: Pérdidas en el tramo correspondientes Q_e en decimales

S_f: Pérdidas en el tramo correspondientes Q_f en decimales

L: Longitud del tramo en metros

b. Método de Hunter

Este es un método probabilístico, que establece que un sistema trabajará eficientemente, si contando con “n” artefactos se diseña para “m” de ellos funcionando aproximadamente durante 15 minutos, o sea que da la demanda máxima que probablemente se presentará durante 15 minutos, sin tomar en cuenta picos mayores que darían un diseño antieconómico. La demanda máxima se determina calculando el total de unidades de gasto o Unidades Hunter (U.H = 28 litros/minuto) en función del número y tipos de artefactos a

servir. Con el auxilio de las dos tablas siguientes se determina la demanda máxima probable.

TABLA 8

UNIDADES DE DESCARGA

ARTEFACTOS	UNIDADES HUNTER
Grifo	1.00
Lava manos	1.00
Lava- trastos	1.50
Lava- ropas	2.00
Ducha	2.00
Inodoros	3.00

Fuente: Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 1era Edición, 2001.

TABLA 9

GASTOS PROBABLES EN LITROS/SEGUNDO EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES DE GASTO

No. De Unidades	Gasto probable en Litros/Segundo	No. De Unidades	Gasto probable en Litros/Segundo	No. de Unidades	Gasto probable en Litros/Segundo
3	0.20	16	0.76	36	1.42
4	0.26	18	0.83	38	1.46
5	0.38	20	0.89	40	1.52
6	0.42	22	0.95	42	1.58
7	0.46	24	1.04	44	1.63
8	0.49	26	1.11	46	1.69
9	0.53	28	1.19	48	1.74
10	0.57	30	1.26	50	1.80
12	0.63	32	1.31	55	1.94
14	0.70	34	1.36	60	2.08

El gasto obtenido en la tabla anterior será el gasto de diseño del ramal considerado.

Para el segundo caso se usará el método de relajamiento o de pruebas y errores controlados (Hardy Cross), expresando las relaciones de flujo con la fórmula exponencial en la forma simplificada.

$$H = KQ^n \quad \text{Ecuación (4)}$$

En la cual; para un tubo dado, “K” es una constante numérica dependiente de C, D y L; y Q es el flujo, siendo “n” un exponente constante para todos los tubos e igual a 1.85 en la fórmula de Hazen – Williams.

La red se puede dimensionar balanceando las cargas por corrección de los flujos supuestos, aplicando la fórmula:

$$q = - \frac{\sum H}{n \sum H/Q}$$

Ecuación (5)

o balanceando los flujos por corrección de las cargas supuestas, aplicando la fórmula:

$$H = - \frac{n \sum Q}{\sum (Q/H)}$$

Ecuación (6)

Donde:

q= Factor de corrección del flujo. lits/seg

H= Pérdida de carga en metros

Q= Caudal en litros/seg

La red también se puede analizar por medio de programas para computadoras basados en la fórmula de Hazen Williams, o cualquier otra ampliamente conocida.

1.5.7. ALMACENAMIENTO

1.5.7.1. Generalidades

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

1.5.7.2. Capacidad.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

1.5.7.3. Localización

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

1.5.7.4. Clase y Tipos de Tanques.

Clases de Tanques: Las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

- **Mampostería:** Se recomienda construir tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra bolón o piedra cantera. No deberá tener altura mayor de 2.5 metros.
- **Hormigón Armado:** En la construcción de tanque con este material se debe de considerar la permeabilidad del terreno y no deberá tener altura mayores de 3.0 metros.
- **Acero:** Se propone construir tanque de acero cuando en la localidad no se disponga de materiales locales como en los casos anteriores y por razones de requerimiento de presiones de servicios.

Tipos de Tanques: Los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son los siguientes:

Tanque sobre el suelo: Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes: Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera.

En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- a. Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b. Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (by-pass), de tal manera que permita mantener el Servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.

- c. La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- d. Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- e. Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- f. Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En casos especiales se construirán tanques de acero sobre el suelo.

Tanques Elevados: En el diseño de tanques elevados que generalmente son de acero debe de considerarse lo siguiente:

- a. El nivel mínimo del agua en el tanque debe ser capaz de lograr presiones adecuadas en la Red de distribución.
- b. Se debe emplear la misma tubería de entrada y salida del agua, en el caso que el sistema fuese del tipo Fuente-Red-Tanque.
- c. La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- d. Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías, exceptuando la de rebose y se recomienda que todas las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- e. Debe considerarse los demás accesorios como; escaleras, dispositivos de ventilación, acceso con su tapadera indicador de niveles y en caso especiales una luz roja para prevenir accidentes aéreos en vuelos nocturnos.
- f. Las escaleras exteriores deben tener protección adecuada y se diseñarán dispositivos que permitan controlar el nivel máximo y mínimo del agua en el tanque.

Tipo Cisterna: Este tipo de almacenamiento se recomienda en pequeñas granjas o comunidades rurales donde se carece de aguas superficiales, o subterráneas, por lo tanto el agua de lluvia es la fuente disponible de abastecimiento local.

El agua de lluvia que escurre en los sistemas de techos se conduce a través de canales y ductos de bajantes a las cisternas de almacenamiento situado sobre el piso o soterrado.

La cisterna puede ser construida de mampostería u hormigón armado, en ella se puede emplazar una bomba de mano de acción directa o de mecate para la distribución de agua.

1.6. DISEÑO METODOLÓGICO

1.6.1. Tipo de Investigación

Con base en los objetivos propuestos y el problema a resolver, el presente trabajo monográfico se realizara por medio de una investigación de tipo Analítica Aplicada, ya que se hará una comparación de las variables que influyen en la aplicación del método de diseño normado en nuestro país, tomando en cuenta sus características, funcionamiento e interrelación con otras variables.

Según la amplitud de la investigación con respecto al proceso de desarrollo y al tiempo utilizado para esto, se clasifica como Transversal, ya que se ha definido un tiempo para su realización.

1.6.2. Población y Muestra

- Las personas que residen en la zona del Bo. Camilo Ortega y cuentan con el servicio de agua potable en su vivienda.
- Se utilizó un muestreo no probabilístico para que las características más representativas de la población no sean alteradas.

1.6.3. Fuentes y técnicas de recopilación de datos

La información se recopiló haciendo uso de dos fuentes principales: primarias y secundarias.

Fuentes primarias:

- Barrio Camilo Ortega: será necesario observarlo detenidamente y realizar mediciones para definir sus características topográficas e hidrográficas superficiales principales, además se reconocerán sectores aledaños que pudieran llegar a afectar el diseño más adelante.
- Pobladores de la zona del Bo. Camilo Ortega: tomando en cuenta la cantidad de personas que habitan en las casas y sus hábitos de consumo, se determinará el promedio de habitantes por viviendas y el consumo promedio, lo cual contribuyó a determinar el caudal de rediseño del sistema.

Fuentes Secundarias:

- Biblioteca de la Universidad Nacional de Autónoma de Nicaragua y Universidad Nacional de Ingeniería (UNI): se hará una revisión y análisis bibliográfico de libros de ingeniería sanitaria, documentos monográficos y tesis cuyo tópico principal es el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable. También se basamos el presente estudio en el Análisis detallado de documentos Normadores de diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua para determinar los factores que inciden directamente en el diseño y una guía de cálculo para el diseño basado en los requerimientos mínimos determinados por el Ente regulador del servicio de agua potable en nuestro país (INAA).

Instrumentos de recopilación de datos

- Observación in situ: se realizó una guía de observación estructurada participante, registrando las características topográficas del terreno, determinantes en el diseño.

- Análisis documental: se utilizó una encuesta en la cual se expusieron los títulos principales a utilizar en la bibliografía revisada, para lograr una rapidez en la localización de los temas para la redacción del documento. También facilitará la identificación de factores que influyen en el rediseño del sistema de abastecimiento de agua.

1.6.4. Técnicas de Procesamiento de datos de la encuesta

- Los datos de las encuestas y de la observación in situ se procesaron por medio de técnicas de resumen e indización de la información para su más fácil localización y manejo.

1.6.5. Técnicas de Análisis de datos de las encuestas

- Análisis de Contenido: se realizará un análisis de contenido basado en los datos arrojados por el resumen e indización de las entrevistas por medio de un gráfico de barras para determinar los factores más relevantes en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Análisis económico: Se estimó las cantidades de obras y el presupuesto global del sistema de rediseño de agua potable.

1.6.6. Operacionalización de las variables

Tabla 9

Tipo	Variable	Definición	Sub-variables	Indicador	Valor	Escala
Independiente	Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	Procedimientos para dimensionar cada uno de los elementos que constituyen un sistema de abastecimiento	» Población de diseño	- Personas por vivienda - Población total	- Número de personas	- Cuantitativa
			» Caudal de diseño	- Cantidad de agua teórica recibida - Cantidad de agua teórica requerida	- Litros / persona * día - Suficiente/ insuficiente	- Cuantitativa - Cualitativa
			» Red de abastecimiento de agua potable	- Vida útil - Cantidad de materiales - Cantidad de hogares abastecidos -Dimensiones	- Años - Metros lineales/ metros cuadrados/ metros cúbicos/ numero - Suficientes/ Insuficientes - Comerciales/ Personalizadas	- Cuantitativa - Cualitativa
Dependiente	Selección de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	Proceso de escogencia de un sistema de abastecimiento basado en sus características	» Criterios Económicos	- Costos - Disponibilidad presupuestaria - Alcance de la obra	- Alto/ Medio/ Bajo.	- Cuantitativa
			» Criterios Técnicos	- Obtención de agua - Medidor de volumen de agua - Eficiencia - Manejabilidad	-Suficiente/ Insuficiente - Alto/ Medio/ Bajo.	- Cuantitativa
			» Presentación Gráfica	- Plano - Especificaciones - Calidad	- Completo/ Incompleto - Alto/ Medio/ Bajo.	- Cualitativa

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Dependiente	Factores Técnicos	Factores característicos del sistema de abastecimiento que se consideran para la selección del mismo	» Eficiencia en la distribución	- Cantidad de agua teórica recibida por persona - Cantidad de agua real recibida por persona	- Litros / persona * día	- Cuantitativa
			» Tiempo de bombeo	- Horas que trabaja la bomba. - Horas que se recibe agua	- Horas	- Cuantitativa
Dependiente	Factores Económicos, Costos de Construcción	Costos económicos en los que se incurre durante la construcción del sistema. Se consideran para la selección.	» Materiales de Construcción	- Costo de materiales de construcción - Cantidad de materiales de construcción	- Alto/ Medio/ Bajo. - Suficiente/ Insuficiente.	- Cuantitativa
			» Mano de Obra disponible	- Disponibilidad en el mercado nacional - Calidad	- Buena/ Mala	- Cualitativa

Fuente:

CAPITULO II

DIAGNOSTICO GENERAL

II. ASPECTOS GENERALES

Analizar información poblacional, hidrológica y los diferentes criterios esenciales para determinar el Caudal de Diseño.

2.1.1. Información Poblacional

De acuerdo a datos de población suministrado por el comité del barrio, se calculó la demanda actual y futura, se proyectó en base a una población actual de 6,167 habitantes, que es la parte de la población a ser servida por el presente proyecto.

2.1.2. Proyección de La Población

Futura de Las Localidades a Beneficiar.

Para el cálculo de la proyección de población se hizo uso del método de proyección geométrica, ya que este es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija siendo el de mayor uso en Nicaragua y el recomendado en las Normas.

Además se calculó un constante de crecimiento que será el valor a adoptar para estimar la población futura de la localidad para el período de diseño considerado (20 años).

La dotación para el uso doméstico será de 40 gal/hab/día. No se tomarán en cuenta dotaciones de agua de tipo comercial, industrial, institucional ya que el desarrollo de la población no lo requiere tomando en cuenta las normas del INAA.

2.1.3. Determinación del Caudal de Diseño.

CC	Consumo Comercial	Tasa de Crecimiento	2.50% ¹
CP	Consumo Público	Área Total (ha)	16.62
CI	Consumo Industrial		
CD	Consumo Doméstico		
	Consumo Doméstico		
CDP	Promedio		
	Consumo Doméstico		
CDPT	Promedio Total		
P	Perdidas		
I	Incendio		
D	Dotación	40 gppd	
FMD	Factor de Máximo Día	130.00%	
FMH	Factor de Máximo Hora	150.00%	

*Esta tasa de crecimiento poblacional establecido por ENACAL.

**La zona en la que se desarrolla el barrio es considerado Zona de alta densidad

***Factor de máximo día para la ciudad de Managua por normas.

****Factor de máximo hora para Managua por normas.

¹ Ver anexo, Pág. N° 92

Tabla 10.

2.1.4. Proyección de demanda de agua.

Año	Población	D	CC	CP	CI	CD	P	I	CDPT	CMD=FMD*CDPT	CMH=FMH*CDPT				
	hab	gppd	g/dia	g/dia	g/dia	gpm	l/s	l/s	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	
2005	5318	40	0	681.43	0	147.72	9.31	1.86	9.00	20.17	320.12	26.22	416.16	30.25	480.19
2011	6167	40	0	681.43	0	171.31	10.79	2.16	9.00	21.95	348.43	28.54	452.96	32.93	522.65
2031	10106	40	0	681.43	0	280.72	17.69	3.54	16.00	37.22	590.83	48.39	768.07	55.83	886.24

Fuente: Datos tomados de proyección con ecuaciones directas.

* El Consumo Máximo Diario, para el año 2031 será de **768.07 GPM**, la cual es el Caudal de diseño para la bomba y el tanque.

** El Consumo Máximo Horario, para el año 2031 será de **886.24 GPM**, la cual es el Caudal de diseño para la red de agua potable.

2.1.5. Información geodésica

En base a la información hidrogeológica existente se propone construir un pozo y tanque de almacenamiento, para satisfacer la demanda máxima de agua del barrio, cuyo sitio de perforación conocido como el Ceibón, está localizado aproximadamente a unos 900 m al oeste de los pozos: Torres Molina No.2 y Sierra Maestra y a unos 1,200 m del pozo del Torres Molina No.1. El sitio propuesto corresponde a las siguientes coordenadas UTM: E: 0575089, N:1336594 Alt.: 300 msnm.

2.1.6. Hidrología del Sector

El área del proyecto se encuentra en la formación geológica Cuaternario Volcánico Masaya (QvM), conformada por rellenos de flujos de lavas piroclásticas y depósitos piroclásticos caídos predominante, en el alineamiento de cráteres de Ticomo. El potencial de agua subterránea es de moderado rendimiento, estimándose un caudal de diseño en 465 GPM.

De acuerdo al mapa del JICA/93 las curvas de capacidad específica muestran valores que oscilan entre los 10 y los 12 m³/h/m que equivalen a valores de 13.42 y 16.10 GPM/pie. Los niveles de agua subterránea varían en el área entre los 640' y los 700'.

2.1.7. Calidad Física – Química del Agua

De acuerdo a la calidad del agua presentada por los pozos de ENACAL en las vecindades del pozo propuesto, donde se consume agua de buena calidad, dado su zonalidad-hidroquímica que la caracteriza como aguas propias de la zona de recarga (HCO₃-Mg-Ca), el agua se encuentra a gran profundidad. Este tipo de calidad del agua es propia de la zona alta e intermedia del acuífero de Managua.

CAPITULO III

CRITERIOS DE DISEÑO

*CAPITULO III
CRITERIOS DE DISEÑO*

III. CRITERIOS DE DISEÑO

Determinación de los requerimientos técnicos para diseñar la red de sistema de abastecimiento de agua potable.

Los criterios de diseño empleados en la elaboración del sistema de abastecimiento de agua potable, se definen a continuación:

3.1.1. Periodo de Diseño.

- El equipo de bombeo fue estimado en base a la demanda de máximo día para el fin del año 20 de vida del proyecto.
- El diseño de las líneas de conducción, red de distribución y tanque de almacenamiento, está propuesto para cubrir un horizonte de vida de 20 años.

3.1.2. Población de Diseño.

La razón de crecimiento empleada para la población permanente fue de 2.50 % para la población del Bo. Camilo Ortega.

En la proyección de la población permanente se empleó el método geométrico, según recomendaciones de las normas técnicas de ENACAL.

3.1.3. Nivel De Servicio.

El servicio de agua potable será brindado mediante el uso de conexiones domiciliarias de ½” de diámetro al 100% de la población del Barrio.

3.1.4. Dotación de Agua.

Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de la población proyectada fueron empleados

los valores de dotaciones de agua según las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua de ENACAL:

Según el Manual de Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 1era Edición, 2001.

Zona de Alta densidad : 150 lppd.= 40gpd.

Al valor del Consumo Promedio Diario, se le afectó por un 20 % en concepto de pérdidas, según lo establecido por dichas Normas.

3.1.5. Capacidad de La Fuente de Abastecimiento.

La fuente de abastecimiento a utilizar son las aguas subterráneas existentes en la zona, explotadas mediante la perforación de pozo, con capacidad suficiente para garantizar el consumo de máximo día para fines del período de diseño.

3.1.6. Variaciones de Consumo.

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, que servirán de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.3 CPD (Consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)=1.5 CPD (Consumo promedio diario)

- ✓ La línea de conducción desde la captación – tratamiento - estación de bombeo - tanque de almacenamiento fueron diseñadas considerando un factor de 1.3 veces el Consumo Promedio Diario.
- ✓ Las redes de conducción y distribución fueron diseñadas tomando en cuenta el factor máximo horario, correspondiente a 1.5.

3.1.7. Volumen de Almacenamiento.

40% del C.P.D., el cual incluye un 25% correspondiente al volumen compensador y un 15% de reserva ante eventualidades y/o emergencia.

3.1.8. Velocidad en La Red de Distribución.

La velocidad del flujo está entre 0.6 a 2.0 m/s.

Para aquellos tramos cuyas velocidades resultaron menores a la mínima permisible recomendada en las Normas de Diseño, prevaleció el criterio del diámetro mínimo, estableciéndose el empleo de tuberías de 2”.

3.1.9. Presiones Mínimas Y Máximas.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 14.0 metros

Presión Máxima: 70.0 metros

Este rango de presiones se encuentra en los valores establecidos en las Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua en el Sector Urbano de INAA.

3.1.10. Golpe de Ariete

Siempre que un líquido está circulando por una tubería con régimen permanente, y en un determinado momento se maniobra sobre algún elemento de la instalación (una válvula que se cierra o se abre, variación del régimen de las bombas, parada de ella, etc.), instantáneamente o empleando cierto tiempo, se producen variaciones de caudal y de presión. A este fenómeno se le conoce por golpe de ariete.

Se determinará el Golpe de Ariete en las tuberías de la línea de conducción por bombeo.

A la presión ocasionada por el golpe de ariete se debe sumar la presión de servicio.

Las variaciones de presión y caudal que dan lugar al golpe de ariete se propagan a través de toda la masa líquida como un movimiento ondulatorio. La velocidad de propagación de la onda se denomina celeridad, y es función del

módulo de elasticidad de la tubería. Cuanto más bajo sea dicho valor (más deformable la tubería), más baja es la velocidad de propagación de la onda y con ella disminuye el valor de la sobre presión que puede originarse en la tubería.

Los golpes de ariete tienen aproximadamente la misma magnitud en tubos de acero, fundición y productos de cemento. Esto es así a pesar de que estos materiales tienen módulos de elasticidad muy distintos, ya que son compensados por los grandes espesores de los tubos de hormigón y amianto-cemento. Los golpes de ariete en los plásticos son de 40 a 60% menores. Se deduce, pues, que si el golpe de ariete depende del módulo de elasticidad y, como ya ha quedado dicho, es tanto mayor cuanto mayor es este último, el PVC lleva ventaja sobre otros materiales.

Ahora bien, a pesar del buen comportamiento de estos materiales, el número de maniobras que efectúan algunas instalaciones y en consecuencia las sobre presiones que reciben las tuberías, podrían llegar a provocar una fatiga cíclica de la misma, y por lo tanto, según la intensidad de las sobre presiones, como medida de seguridad a largo plazo, es aconsejable la instalación de algún dispositivo para su atenuación, como por ejemplo:

- Válvulas de retención.
- Retardador de parada del grupo de bombeo mediante volante de inercia.
- Deposito de aire.
- Pulmón neumático.
- Chimenea de equilibrio.
- Ventosas.
- Válvulas de seguridad.

3.1.11. Indicadores Técnicos Del Proyecto:

A continuación se presentan un listado de los principales datos técnicos que caracterizan el proyecto.

1. Calidad físico-química del agua: Buena (Según pozos vecinos.)
2. Número actual de viviendas:1028
3. Población permanente actual total, 2011: 6,167 habitantes
4. Período de diseño: 20 años
5. Taza de crecimiento poblacional aplicada: 2.50%
6. Población al final del Período de diseño: 10,106 hab. (para 2031)
7. Dotación de agua: 40gppd
8. Caudal de explotación, primer decenio: 416.16 gpm
9. Caudal de explotación, fin Período de diseño: 768.07 gpm
10. Consumo máxima hora, primer decenio: 480.19 gpm
11. Consumo máxima hora, fin período de diseño: 886.31 gpm
12. Conexiones domiciliarias: 1685 (2031).

CAPITULO III

DISEÑO HIDRAULICO

*CAPITULO III
DISEÑO HIDRAULICO*

IV. DISEÑO HIDRAULICO.

Diseño Hidráulico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Comunidad del Bo. Camilo Ortega

4.1.1. ESTACIÓN DE BOMBEO

La estación de Bombeo estará conformada por un pozo perforado con un equipo de bombeo sumergible, para su selección se tomaron en cuenta los factores de diseño especificados en las Normas de diseño para agua potable.

4.1.2. Diseño de la Bomba.

Tabla 11.

Descripción	U/M	Valor	U/M	Valor
Caudal de Diseño	gpm	768.07	l/s	48.39
Nivel Húmedo	pie	640	m	195.07
Nivel Seco	pie	700	m	213.36
Variación	pie	60	m	18.29
Abatimiento	pie	15	m	4.57
Sumergencia	pie	30	m	9.14
Longitud Columna	pie	745	m	227.08
Longitud Descarga	pie	304.80	m	1000
Altura del Tanque	m	6.8	m	6.80
Altura Nivel de Agua	m	6.6	m	6.60
Hora de trabajo de Bomba	Hrs.	16	Hrs	16.00
Nivel más bajo	msnm	225	msnm	225.00
Nivel más alto	msnm	255	msnm	255.00
C (tubería)		150		150.00

Diámetro de descarga:

$$\phi = 1.3X^{0.24} * \sqrt{Q}$$

Dónde:

Φ =Diámetro de descarga en pulgadas.

X=Nº de horas de bombeo por día /24horas

Q=Caudal máximo diario en m³/s.

Calculo del coeficiente X	0.67		
Calculo del Diametro de la Descarga (m)	0.258	m	
Calculo del Diametro de la Descarga (pulg)	10.173	pulg	10 pulg

4.1.3. Carga Total dinámica

$$CTD = NB + h_{fTotal}$$

$$NB = NEA + Variación Estacionaria + Abatimiento$$

$$h_{fcolumna} = 10.54 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \left(\frac{L_{Columna}}{\phi_{columna}^{4.87}} \right)$$

$$h_{fDescarga} = 10.54 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \left(\frac{L_{LineaCond}}{\phi_{LineaC.}^{4.87}} \right)$$

$$h_{fLocales} = h_{fLocal,descarga} + h_{fLocal.Tanque}$$

$$h_{fTotal} = h_{fColumna} + h_{fDescarga} + (h_{fLocal,descarga} + h_{fLocal.Tanque})$$

Dónde:

CTD= Carga Total Dinámica en m.

NB=Nivel más bajo del agua durante el bombeo en m.

h_{fcolumna}= Pérdida en la columna de agua en m.

h_{fdescarga}= Pérdida en la descarga en m.

H_{Local}: Pérdida locales en la descarga y en la entrada del tanque en m.

h_{total}= Pérdida total en el sistema en m.

Calculo de la Carga Total Dinámica (CTD)

NB (m)	217.93	NB (pie)	715.00
CED (m)	36.60	CED (pie)	120.07
hf (Columna)	11.35	hf (Columna pie)	37.25
hf (Descarga)	3.91	hf (Descarga pie)	12.84

Tabla 12

Tubería de Descarga con diámetro de 10 pulg=250mm			
Accesorio	Cantidad	le (m)	Total (m)
C-90° radio medio	1	6.7	6.7
Valvula de Compuerta	1	1.7	1.7
Valvula Retención (liviano)	1	20	20
Tee de paso directo	1	5.5	5.5
C-90° radio corto	8	7.9	63.2
C-45° radio corto	4	3.8	15.2
Medidor	1	10	10
Salida al Tanque	1	7.5	7.5

Total	129.8
--------------	--------------

Longitud real = Longitud de tubería de descarga + Longitud equivalente total

$$L_r = 1000 + 129.80 = 1129.80 \text{ m}$$

$$L_r = 1129.80 \text{ m}$$

$$CTD = 217.9 + 36.6 + 11.35 + 3.91 = 269.80 \text{ m} \approx 885.16 \text{ pie}$$

$$CTD = 269.80 \text{ m} \qquad \qquad \qquad CTDM = 885.16 \text{ pie}$$

Con la carga total dinámica y el caudal de diseño se selecciona la bomba sumergible del catálogo GRUNDFU SPA, SP.

Como las bombas sumergibles están diseñadas por etapas o por tazón, se selecciona una bomba con seis tazones y se realiza los cálculos para un solo tazón.

$$CTD \text{ (por tazón)} = (885.16 / 6) = 147.53$$

$$\mathbf{CTD \text{ (por tazón)} = 147.53}$$

4.1.4. Calculo del punto de operación de la Bomba sumergible.

$$h_f = h_{f_{diseño}} * \left(\frac{Q}{Q_{diseño}} \right)^2$$

Tabla 13

Q		(Q/Qdiseño) ²	hf diseño	hf	NB+CED	Hb	Hb/tazon
gpm	m3/s		(m)	(m)	(m)	(m)	(pie)
0	0.00	0.00	15.27	0.00	254.5	254.53	835.07
100	0.01	0.11	15.27	1.72	254.5	256.25	840.73
200	0.01	0.23	15.27	3.45	254.5	257.98	846.39
300	0.02	0.34	15.27	5.17	254.5	259.70	852.05
400	0.03	0.45	15.27	6.90	254.5	261.43	857.71
500	0.03	0.56	15.27	8.62	254.5	263.15	863.37
600	0.04	0.68	15.27	10.35	254.5	264.88	869.02
650	0.04	0.73	15.27	11.21	254.5	265.74	871.85
700	0.04	0.79	15.27	12.07	254.5	266.60	874.68
800	0.05	0.90	15.27	13.80	254.5	268.33	880.34
885.16	0.06	1.00	15.27	15.27	254.5	269.80	885.16
900	0.06	1.02	15.27	15.52	254.5	270.05	886.00
1000	0.06	1.13	15.27	17.25	254.5	271.78	891.66

Con CTD y el Q se grafica en la curva antes seleccionada del manual de bombas, obteniéndose de esta manera el punto de operaciones y la curva característica de la bomba.

A inicios del año 10 de vida del proyecto se deberá reemplazar el equipo de bombeo con las mismas características expuestas en la tabla anterior.

Dando como resultado las siguientes características:

Tabla 14

Caudal	768.07 gpm
Velocidad de Giro	3550 rpm
Eficiencia	80%
Tazones	6
Potencia de Bomba por tazón (HP)	36.33
Potencia de Motor por tazón (HP)	28.33
Potencia Total de bomba (HP)	218
Potencia Total de motor (HP)	170

4.1.5. ALMACENAMIENTO.

Para resolver la problemática de falta de servicio de agua potable del barrio, se propone construir un tanque de almacenamiento de acero sobre suelo.

4.1.5.1. Volumen del tanque.

Para el diseño del tanque se toma el volumen compensador que según las normas de ENACAL es del 25%, para poblaciones menores de 20, 000 habitantes, más la reserva para eventualidades y/o emergencias que será igual al 15% del consumo promedio diario + dos horas de incendio.

A continuación, se muestra diseño del TANQUE:

Diseño de Tanque Circular			
		gpm	m3/día
Caudal de Diseño	=	768.07	4186.33
Volúmenes		m3	
Volumen Compensador (25%d)	=	1046.58	
Volumen de Emergencia (15%d)	=	627.95	
Volumen para incendio	=	64.80	
Volumen Total	=	1739.33	

Dimensionamiento

$$h = \frac{Vol}{3} + k$$

h	Altura del tanque	6.8
Vol	Volumen total en cientos de metro cúbico	17.4
k	Constante en función de la capacidad	1.0

Altura h (m)	6.8
Diámetro (m)	18.0
Área (m2)	255.9

Altura nivel de agua (m) 6.6

4.1.5.2. Determinación de las áreas tributarias.

La determinación de las áreas tributarias, se realiza con el fin de encontrar la distribución de consumos en los nodos de la red.

Se definen diez áreas tributarias para el sector del B⁰. Camilo Ortega; el cálculo de estas áreas se determina por el método de Heron, teniendo un área de 16.62 Ha. Se muestran los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 16

Determinación de las áreas Tributarias del Barrio Camilo Ortega						
Método de Calculo: HERON						
Áreas	Lados			Factor P	Superficie	Superficie
	a (m)	b (m)	c (m)	p (m)	S (m ²)	Ha
1	317	300	243	430	34368.92	3.44
2	317	273	53	321.5	4340.50	0.43
3	273	110	252	317.5	13857.39	1.39
4	252	180	250	341	21086.56	2.11
5	250	220	133	301.5	14602.46	1.46
6	220	279	82	290.5	7007.60	0.70
7	279	292	283	427	35050.40	3.51
8	283	173	170	313	13710.86	1.37
9	170	161	60	195.5	4827.50	0.48
10	243	161	221	312.5	17351.39	1.74
Área Total					166203.60	16.62

Ver anexo: Plano de áreas tributarias.

4.1.6. RED DE DISTRIBUCIÓN

La línea de conducción estará dividida en dos partes:

- Línea de Conducción por Bombeo: Transportará el agua pozo hacia el tanque proyectado de 21,875.60 m³.
- Línea de conducción por Gravedad: Comunicará el tanque proyectado de 21,875.60 m³ equivalente a 8,279 Gln, hacia el sitio de bifurcación que se deriva a las redes de cada uno de los poblados.

El gasto de diseño es el correspondiente a la demanda máxima diaria para el fin del período de diseño (7.34 lps).

El número de horas propuesto en que operará la bomba será de 16 horas continuas.

4.1.6.1. Trazado de Red (Nodos)

Tabla 17

Nodos de la Red Barrio Camilo Ortega				
Nodos	Elevación (msnm)	Condición	Área Asignada (m2)	Caudal Nodal (l/s)
1	251.90	A	5783.80	2.03
2	251.00	A	5783.80	2.03
3	247.20	A	5783.80	2.03
4	248.30	C	0.00	0.00
5	246.10	C	0.00	0.00
6	239.90	A	11456.31	4.02
7	243.20	C	0.00	0.00
8	242.00	C	0.00	0.00
9	238.50	A	6928.70	2.43
10	241.50	A	6928.70	2.43
11	245.00	A	4340.50	1.52
12	246.00	A	11456.31	4.02
13	240.00	A	10543.28	3.70
14	237.00	A	10543.28	3.70
15	239.00	A	7301.23	2.56
16	241.20	C	0.00	0.00
17	242.00	A	3503.80	1.23
18	242.00	A	3503.80	1.23
19	246.90	A	11683.47	4.10
20	250.50	C	0.00	0.00
21	249.80	A	4570.29	1.60
22	250.00	A	4570.29	1.60
23	247.20	A	11683.47	4.10
24	248.40	C	0.00	0.00
25	248.00	A	4570.29	1.60
26	245.90	C	0.00	0.00
27	243.50	C	0.00	0.00
28	243.00	C	0.00	0.00
29	244.90	A	11683.47	4.10
30	242.70	C	0.00	0.00
31	245.20	C	0.00	0.00
32	245.20	C	0.00	0.00
33	245.60	C	0.00	0.00
34	247.20	A	11456.31	4.02
35	244.60	C	0.00	0.00

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

36	244.40	C	0.00	0.00
37	240.00	C	0.00	0.00
38	243.90	C	0.00	0.00
39	238.50	A	7301.23	2.56
40	244.00	C	0.00	0.00
41	249.00	A	4827.50	1.69

AREA TOTAL => 166,203.60 m²

CAUDAL => 55.83 L/seg.

Ver anexo: Plano de distribución.

Ver anexo: Resultados Hidráulico de nodos (Epanet)

4.1.6.2. Trazado de Red (Líneas)

Tabla 18 La red de distribución propuesta del Bo. Camilo Ortega, está compuesta por 3, 164.50 metros lineales. En la siguiente tabla se muestra la tubería propuesta.

Líneas de la Red Barrio Camilo Ortega								
No	Línea	Longitud (m)	Φ_{Nominal} (pulg)	Φ_{Nominal} (mm)	Φ_{Diseño} (pulg)	Φ_{Diseño} (mm)	Rugosidad	Cédula
1	1 - 2	131	2	50.8	10	250	150	SDR-26
2	2 - 3	151	2	50.8	4	100	150	SDR-26
3	3 - 4	120	2	50.8	4	100	150	SDR-26
4	4 - 1	152	2	50.8	4	100	150	SDR-26
5	4 - 5	40	2	50.8	10	250	150	SDR-26
6	5 - 6	130	2	50.8	3	75	150	SDR-26
7	5 - 7	151	2	50.8	10	250	150	SDR-26
8	7 - 8	82	2	50.8	3	75	150	SDR-26
9	8 - 9	51	2	50.8	3	75	150	SDR-26
10	7 - 10	62	2	50.8	10	250	150	SDR-26
11	10 - 13	128	2	50.8	10	250	150	SDR-26
12	13 - 14	40	2	50.8	10	250	150	SDR-26
13	14 - 15	42	2	50.8	10	250	150	SDR-26
14	15 - 16	31	2	50.8	10	250	150	SDR-26
15	16 - 17	30	2	50.8	10	250	150	SDR-26
16	17 - 18	81	2	50.8	10	250	150	SDR-26
17	18 - 19	153	2	50.8	10	250	150	SDR-26
18	19 - 20	113	2	50.8	10	250	150	SDR-26
19	20 - 21	64	2	50.8	8	200	150	SDR-26

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

20	21 - 22	72	2	50.8	4	100	150	SDR-26
21	21 - 23	60	2	50.8	8	200	150	SDR-26
22	23 - 24	42	2	50.8	8	200	150	SDR-26
23	24 - 25	31	2	50.8	3	75	150	SDR-26
24	24 - 26	63	2	50.8	8	200	150	SDR-26
25	26 - 27	68	2	50.8	8	200	150	SDR-26
26	27 - 28	61	2	50.8	6	150	150	SDR-26
27	28 - 29	20	2	50.8	6	150	150	SDR-26
28	27 - 30	50	2	50.8	6	150	150	SDR-26
29	30 - 16	80	2	50.8	6	150	150	SDR-26
30	27 - 31	121	2	50.8	6	150	150	SDR-26
31	31 - 32	32	2	50.8	4	100	150	SDR-26
32	32 - 33	12.5	2	50.8	3	75	150	SDR-26
33	33 - 34	51	2	50.8	3	75	150	SDR-26
34	31 - 35	41	2	50.8	6	150	150	SDR-26
35	35 - 36.	10	2	50.8	6	150	150	SDR-26
36	36 - 37	80	2	50.8	4	100	150	SDR-26
37	36 - 38	50	2	50.8	6	150	150	SDR-26
38	38 - 39	95	2	50.8	8	200	150	SDR-26
39	39 - 15	30	2	50.8	8	200	150	SDR-26
40	35 - 11	72	2	50.8	6	150	150	SDR-26
41	11 - 12	36	2	50.8	3	75	150	SDR-26
42	11 - 10	13	2	50.8	6	150	150	SDR-26
43	3 - 40	60	2	50.8	4	100	150	SDR-26
44	40 - 41	162	2	50.8	4	100	150	SDR-26

CAPITULO IV

ESTIMACION DE LA OBRA

V. ESTIMADO DE LA OBRA (PRESUPUESTO)

El presupuesto que se presenta, muestra el costo total del Proyecto, en este se incluyen las siguientes actividades.

- Preliminares
- Línea de conducción por Bombeo
- Línea de conducción por Gravedad.
- Red de Distribución
- Tanque de Almacenamiento.
- Estación de Bombeo.
- Limpieza Final.

Los estimados de los costos de inversión del proyecto se presentan de la siguiente manera:

5.1.1. Costos Directos:

Estos costos han sido desarrollados para distintos rubros o actividades que intervienen en la ejecución del proyecto y los componentes que intervienen son:

- Materiales
- Transporte
- Mano de obra

Son costos unitarios directos que no incluyen impuestos de ninguna especie ni conceptos de administración, utilidades, imprevistos, etc.

El Precio de Materiales y Mano de Obra tiene un costo de **C\$7,923,880.54**

El transporte tiene un Costo de **C\$237,338.68**

El Costo Total del Proyecto asciende a C\$8,113,638.72

A continuación se presenta Presupuesto del Proyecto:

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Proyecto Agua Potable Barrio Camilo Ortega							
Departamento:	Managua						
Municipio:	Managua						
Tasa de Cambio: C\$ 22.5025							
Código	Descripción	U. M	Cantidad	Precio Unitario	Precio	Transporte	Total
100	PRELIMINARES						
101	LIMPIEZA INICIAL	M2	166,203.60	C\$ 4.86	C\$ 806,918.48		C\$ 806,918.48
102	TRAZO Y NIVELACION	ML	4,294.30	C\$ 5.71	C\$ 24,533.34		C\$ 24,533.34
103	ELIMINACIÓN DE TUBERÍA DE CUALQUIER TIPO	ML	4,294.30	C\$ 5.38	C\$ 23,092.60		C\$ 23,092.60
200	LÍNEA DE CONDUCCION POR BOMBEO				C\$ -		C\$ -
201	EXCAVACION EN SUELO NATURAL	M3	4,200.00	C\$ 25.63	C\$ 107,664.48		C\$ 107,664.48
202	EXCAVACION MANUAL EN CASCAJO O BALASTRO	M3	0	C\$ 111.67	C\$ -		C\$ -
203	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	ML	3,500.00	C\$ 71.89	C\$ 251,625.50		C\$ 251,625.50
204	RELLENO Y COMPACTACIÓN (CON VIBROCOMPACTADORA MANUAL)	M3	4,200.00	C\$ 202.27	C\$ 849,518.46		C\$ 849,518.46
205	TUBERIA DE HoGo DE 10" (C=130)	ML	1,002.00	C\$ 385.20	C\$ 385,973.51	C\$ 71,724.82	C\$ 457,698.33
300	LÍNEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD				C\$ -		C\$ -
301	EXCAVACION EN SUELO NATURAL	M3	48	C\$ 25.63	C\$ 1,230.45		C\$ 1,230.45
302	EXCAVACION MANUAL EN CASCAJO O BALASTRO	M3	0	C\$ 111.67	C\$ -		C\$ -
303	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	ML	40	C\$ 71.89	C\$ 2,875.72		C\$ 2,875.72
304	RELLENO Y COMPACTACION (CON VIBROCOMPACTADORA MANUAL)	M3	48	C\$ 202.27	C\$ 9,708.78		C\$ 9,708.78

"Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031"

305	TUBERIA DE PVC 10" SDR-26 (SIN EXCAVACIÓN)	ML	40	C\$	291.67	C\$	11,666.81	C\$	620.67	C\$	12,287.48
306	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN 10"	C/U	5	C\$	29,965.17	C\$	149,825.85	C\$	7,970.74	C\$	157,796.59
400	RED DE DISTRIBUCION						C\$	-		C\$	-
401	EXCAVACION EN SUELO NATURAL	M3	3,781.80	C\$	25.63	C\$	96,944.17			C\$	96,944.17
402	EXCAVACION MANUAL EN CASCAJO O BALASTRO	M3	0	C\$	111.67	C\$	-			C\$	-
403	RELLENO Y COMPACTACION (CON VIBROCOMPACTADORA MANUAL)	M3	3,781.80	C\$	202.27	C\$	764,930.69			C\$	764,930.69
404	NIVELACIÓN Y CONFORMACIÓN CON EQUIPO MANUAL	M2	4,276.30	C\$	1.98	C\$	8,461.09			C\$	8,461.09
405	TUBERIA DE PVC DE 10" SDR-26 (S-E)	ML	1,154.00	C\$	135.55	C\$	156,423.66	C\$	8,090.98	C\$	164,514.64
406	TUBERIA DE PVC DE 8" SDR-26 (S-E)	ML	422.00	C\$	112.75	C\$	47,580.50				
407	TUBERIA DE PVC DE 6" SDR-26 (S-E)	ML	518	C\$	97.71	C\$	50,611.40	C\$	493.80	C\$	51,105.20
408	TUBERIA DE PVC DE 4" SDR-26 (S-E)	ML	677	C\$	42.04	C\$	28,462.91	C\$	1,872.09	C\$	30,335.00
409	TUBERIA DE PVC DE 3" SDR-17 (S-E)	ML	393.5	C\$	147.50	C\$	58,041.68	C\$	4,617.99	C\$	62,659.67
410	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	ML	6,691.20	C\$	71.89	C\$	481,050.44			C\$	481,050.44
411	MEDIDOR 1/2" DOMICILIAR PARA AGUA POTABLE (SIN CAJA)	C/U	1028	C\$	586.20	C\$	602,613.60	C\$	29,252.32	C\$	631,865.92
500	TANQUE DE ALMACENAMIENTO						C\$	-		C\$	-
501	EXCAVACION EN SUELO NATURAL	M3	66.91	C\$	25.63	C\$	1,714.90			C\$	1,714.90
502	BOTAR TIERRA SOBRENTE DE EXCAVACION A 3km CON EQUIPO	M3	32.33	C\$	30.74	C\$	993.82			C\$	993.82
503	TANQUE DE ACERO DE 472,596.33 GLS SOBRE SUELO	C/U	1	C\$	333,983.05	C\$	333,983.05	C\$	17,767.90	C\$	351,750.95
504	HIERRO CORRUGADO MENOR O IGUAL AL #4 GRADO 40	LB	524.95	C\$	9.36	C\$	4,913.53	C\$	261.41	C\$	5,174.94

"Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031"

S										
505	HIERRO CORRUGADO MAYOR O IGUAL AL #4 GRADO 40	LB S	1,300.02	C\$	10.64	C\$	13,832.21	C\$ 735.83	C\$	14,568.04
506	CONCRETO DE 3000 PSI (CON MEZCLADORA)	M3	14.38	C\$	1,480.59	C\$	21,290.88	C\$ 1,132.83	C\$	22,423.71
507	CONCRETO DE 1500 PSI	M3	0.79	C\$	1,165.06	C\$	920.40	C\$ 49.09	C\$	969.49
508	FORMALETA DE FUNDACIONES	M2	77.91	C\$	170.57	C\$	13,289.11	C\$ 706.99	C\$	13,996.10
509	ACARREO DE MATERIAL SELECTO A 3KM CON CAMION, CARGA CON EQUIPO	M3	36.52	C\$	151.76	C\$	5,542.28		C\$	5,542.28
510	RELLENO Y COMPACTACION (CON EQUIPO)	M3	37.53	C\$	81.21	C\$	3,047.81		C\$	3,047.81
511	PORTON MALLA CICLON, MARCO TUBO H.N. DE 1 1/2"	M2	8.61	C\$	419.70	C\$	3,613.62		C\$	3,613.62
512	CERRAMIENTO DE MALLA CICLON # 12 MARCO TUBO DE H.G. DE 2 1/2"	M2	190.75	C\$	129.73	C\$	24,746.00	C\$ 1,316.51	C\$	26,062.51
600	ESTACION DE BOMBEO									
601	SARTA DE BOMBEO DE HIERRO GALVANIZADO DE 10" CON MEDIDOR MAESTRO	C/U	1	C\$	27,154.79	C\$	27,154.79	C\$ 1,444.63	C\$	28,599.42
602	POZO PERFORADO D=12", ADEME DE 10" TUBERÍA CIEGA Y RANURADA 10"	PIE	715	C\$	2,195.66	C\$	1,569,896.19	C\$ 83,518.49	C\$	1,653,414.68
603	PRUEBA DE BOMBEO (PARA POZO PERFORADO)	HR S	24	C\$	1,261.00	C\$	30,264.00		C\$	30,264.00
604	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 170 KW	C/U	1	C\$	63,941.47	C\$	63,941.47	C\$ 3,401.69	C\$	67,343.16
605	INSTALACIONES ELECTRICAS		1	C\$	33,704.47	C\$	33,704.47		C\$	33,704.47
606	PORTON MALLA CICLON, MARCO	M2	8.61	C\$	419.70	C\$	3,613.62	C\$	C\$	3,805.86

"Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031"

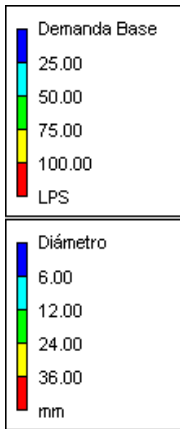
	TUBO H.N. DE 1 1/2"						192.24		
607	HIPOCLORADOR PLASTICO DE 33 GALONES	C/U	1	C\$	377.71	C\$	377.71	C\$ 20.09	C\$ 397.80
608	CERRAMIENTO DE MALLA CICLON # 12 MARCO TUBO DE H.G. DE 2 1/2"	M2	25	C\$	129.73	C\$	3,243.25	C\$ 172.53	C\$ 3,415.78
609	CASETA CONTROLES DE MAMPOSTERIA LAD.CUART. CONFINADA (5,76 M2)	C/U	1	C\$	32,537.82	C\$	32,537.82	C\$ 1,731.01	C\$ 34,268.83
610	LETRINA SENCILLA PROVISIONAL CASETA DE MADERA PARA OBREROS	C/U	1	C\$	4,587.02	C\$	4,587.02	C\$ 244.03	C\$ 4,831.05
700	LIMPIEZA FINAL	M2	166,203.60	C\$	4.86	C\$	806,918.48		C\$ 806,918.48
	TOTAL :					C\$ 7,923,880.54	C\$ 237,338.68		C\$ 8,113,638.72
									\$ 420,395.79

CAPITULO V

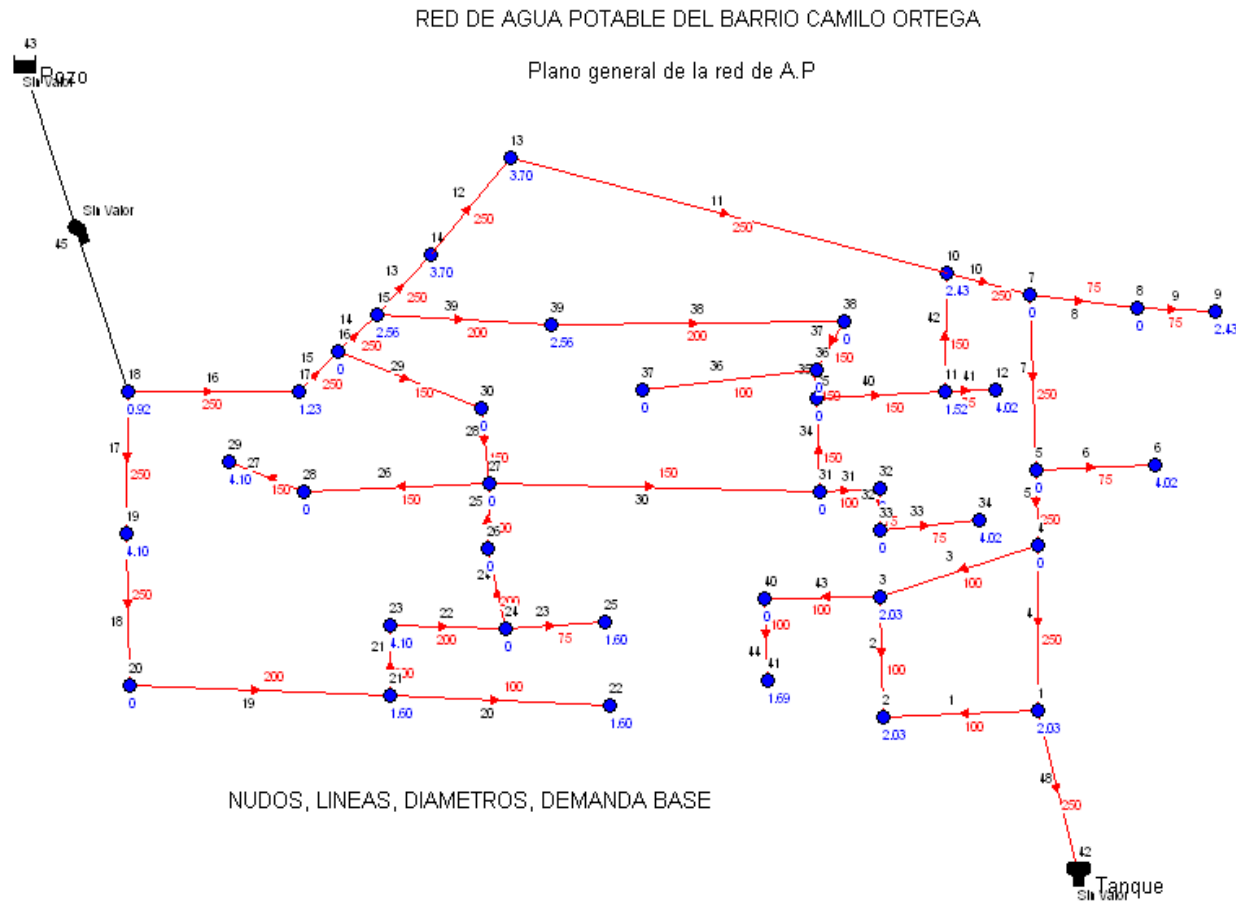
RESULTADO DE ANALISIS

CAPITULO V
RESULTADO DE ANALISIS

V. RESULTADO DE ANALISIS



Día 1, 12:00 AM



“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

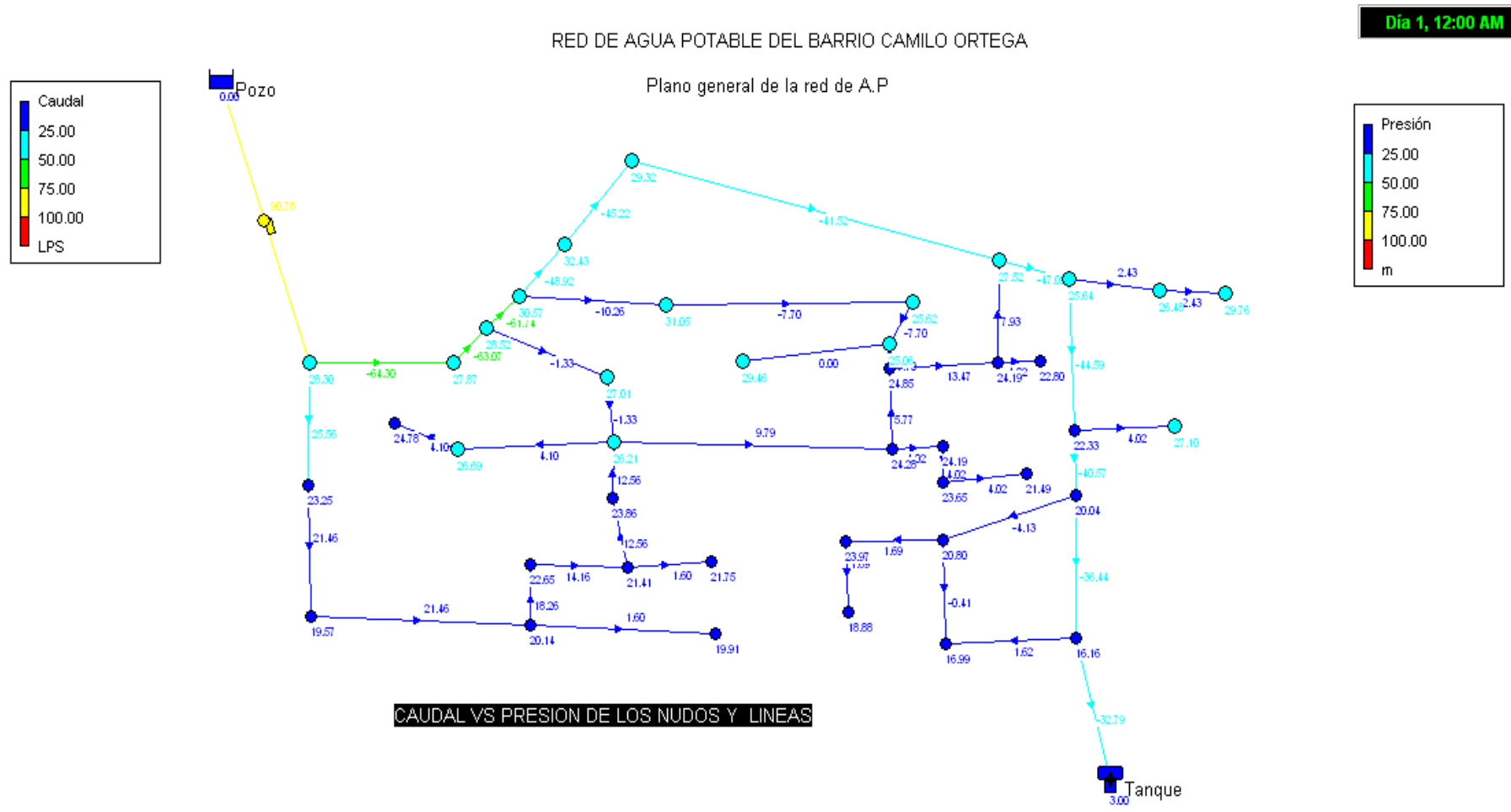


Tabla 20

Estado de los Nudos de la Red a las 0:00 Horas				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 1	251.90	2.03	268.06	16.16
Nudo 2	251.00	2.03	267.99	16.99
Nudo 3	247.20	2.03	268.00	20.80
Nudo 4	248.30	0.00	268.34	20.04
Nudo 5	246.10	0.00	268.43	22.33
Nudo 6	239.90	4.02	267.00	27.10
Nudo 7	243.20	0.00	268.84	25.64
Nudo 8	242.00	0.00	268.48	26.48
Nudo 9	238.50	2.43	268.26	29.76
Nudo 10	241.50	2.43	269.02	27.52
Nudo 11	245.00	1.52	269.19	24.19
Nudo 12	246.00	4.02	268.80	22.80
Nudo 13	240.00	3.70	269.32	29.32
Nudo 14	237.00	3.70	269.43	32.43
Nudo 15	239.00	2.56	269.57	30.57
Nudo 16	241.20	0.00	269.72	28.52
Nudo 17	242.00	1.23	269.87	27.87
Nudo 18	242.00	0.92	270.30	28.30
Nudo 19	246.90	4.10	270.15	23.25
Nudo 20	250.50	0.00	270.07	19.57
Nudo 21	249.80	1.60	269.94	20.14
Nudo 22	250.00	1.60	269.91	19.91
Nudo 23	247.20	4.10	269.85	22.65
Nudo 24	248.40	0.00	269.81	21.41
Nudo 25	248.00	1.60	269.75	21.75
Nudo 26	245.90	0.00	269.76	23.86
Nudo 27	243.50	0.00	269.71	26.21
Nudo 28	243.00	0.00	269.69	26.69
Nudo 29	244.90	4.10	269.68	24.78
Nudo 30	242.70	0.00	269.71	27.01
Nudo 31	245.20	0.00	269.48	24.28
Nudo 32	245.20	0.00	269.39	24.19
Nudo 33	245.60	0.00	269.25	23.65
Nudo 34	247.20	4.02	268.69	21.49
Nudo 35	244.60	0.00	269.45	24.85
Nudo 36	244.40	0.00	269.46	25.06
Nudo 37	240.00	0.00	269.46	29.46
Nudo 38	243.90	0.00	269.52	25.62
Nudo 39	238.50	2.56	269.55	31.05
Nudo 40	244.00	0.00	267.97	23.97
Nudo 41	249.00	1.69	267.88	18.88
Embalse 43	227.08	Sin Valor	227.08	0.00
Depósito 42	265.00	Sin Valor	268.00	3.00

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de los Nudos de la Red a las 6:00 Horas				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 1	251.90	2.03	270.83	18.93
Nudo 2	251.00	2.03	270.76	19.76
Nudo 3	247.20	2.03	270.77	23.57
Nudo 4	248.30	0.00	271.10	22.80
Nudo 5	246.10	0.00	271.19	25.09
Nudo 6	239.90	4.02	269.77	29.87
Nudo 7	243.20	0.00	271.59	28.39
Nudo 8	242.00	0.00	271.24	29.24
Nudo 9	238.50	2.43	271.02	32.52
Nudo 10	241.50	2.43	271.77	30.27
Nudo 11	245.00	1.52	271.94	26.94
Nudo 12	246.00	4.02	271.55	25.55
Nudo 13	240.00	3.70	272.07	32.07
Nudo 14	237.00	3.70	272.18	35.18
Nudo 15	239.00	2.56	272.31	33.31
Nudo 16	241.20	0.00	272.46	31.26
Nudo 17	242.00	1.23	272.61	30.61
Nudo 18	242.00	0.92	273.04	31.04
Nudo 19	246.90	4.10	272.89	25.99
Nudo 20	250.50	0.00	272.81	22.31
Nudo 21	249.80	1.60	272.68	22.88
Nudo 22	250.00	1.60	272.65	22.65
Nudo 23	247.20	4.10	272.59	25.39
Nudo 24	248.40	0.00	272.55	24.15
Nudo 25	248.00	1.60	272.49	24.49
Nudo 26	245.90	0.00	272.51	26.61
Nudo 27	243.50	0.00	272.45	28.95
Nudo 28	243.00	0.00	272.43	29.43
Nudo 29	244.90	4.10	272.42	27.52
Nudo 30	242.70	0.00	272.46	29.76
Nudo 31	245.20	0.00	272.22	27.02
Nudo 32	245.20	0.00	272.13	26.93
Nudo 33	245.60	0.00	272.00	26.40
Nudo 34	247.20	4.02	271.44	24.24
Nudo 35	244.60	0.00	272.19	27.59
Nudo 36	244.40	0.00	272.20	27.80
Nudo 37	240.00	0.00	272.20	32.20
Nudo 38	243.90	0.00	272.27	28.37
Nudo 39	238.50	2.56	272.30	33.80
Nudo 40	244.00	0.00	270.73	26.73
Nudo 41	249.00	1.69	270.65	21.65
Embalse 43	227.08	Sin Valor	227.08	0.00
Depósito 42	265.00	Sin Valor	270.77	5.77

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de los Nudos de la Red a las 12:00 Horas				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 1	251.90	2.03	457.21	205.31
Nudo 2	251.00	2.03	457.04	206.04
Nudo 3	247.20	2.03	457.02	209.82
Nudo 4	248.30	0.00	457.21	208.91
Nudo 5	246.10	0.00	457.22	211.12
Nudo 6	239.90	4.02	455.79	215.89
Nudo 7	243.20	0.00	457.25	214.05
Nudo 8	242.00	0.00	456.90	214.90
Nudo 9	238.50	2.43	456.68	218.18
Nudo 10	241.50	2.43	457.27	215.77
Nudo 11	245.00	1.52	457.27	212.27
Nudo 12	246.00	4.02	456.88	210.88
Nudo 13	240.00	3.70	457.32	217.32
Nudo 14	237.00	3.70	457.35	220.35
Nudo 15	239.00	2.56	457.38	218.38
Nudo 16	241.20	0.00	457.43	216.23
Nudo 17	242.00	1.23	457.49	215.49
Nudo 18	242.00	0.92	457.66	215.66
Nudo 19	246.90	4.10	457.57	210.67
Nudo 20	250.50	0.00	457.54	207.04
Nudo 21	249.80	1.60	457.47	207.67
Nudo 22	250.00	1.60	457.44	207.44
Nudo 23	247.20	4.10	457.43	210.23
Nudo 24	248.40	0.00	457.42	209.02
Nudo 25	248.00	1.60	457.36	209.36
Nudo 26	245.90	0.00	457.41	211.51
Nudo 27	243.50	0.00	457.40	213.90
Nudo 28	243.00	0.00	457.37	214.37
Nudo 29	244.90	4.10	457.37	212.47
Nudo 30	242.70	0.00	457.41	214.71
Nudo 31	245.20	0.00	457.33	212.13
Nudo 32	245.20	0.00	457.24	212.04
Nudo 33	245.60	0.00	457.11	211.51
Nudo 34	247.20	4.02	456.55	209.35
Nudo 35	244.60	0.00	457.33	212.73
Nudo 36	244.40	0.00	457.33	212.93
Nudo 37	240.00	0.00	457.33	217.33
Nudo 38	243.90	0.00	457.36	213.46
Nudo 39	238.50	2.56	457.38	218.88
Nudo 40	244.00	0.00	456.99	212.99
Nudo 41	249.00	1.69	456.90	207.90
Embalse 43	227.08	Sin Valor	227.08	0.00
Depósito 42	265.00	Sin Valor	271.60	6.60

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de los Nudos de la Red a las 18:00 Horas				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 1	251.90	2.03	457.21	205.31
Nudo 2	251.00	2.03	457.04	206.04
Nudo 3	247.20	2.03	457.02	209.82
Nudo 4	248.30	0.00	457.21	208.91
Nudo 5	246.10	0.00	457.22	211.12
Nudo 6	239.90	4.02	455.79	215.89
Nudo 7	243.20	0.00	457.25	214.05
Nudo 8	242.00	0.00	456.90	214.90
Nudo 9	238.50	2.43	456.68	218.18
Nudo 10	241.50	2.43	457.27	215.77
Nudo 11	245.00	1.52	457.27	212.27
Nudo 12	246.00	4.02	456.88	210.88
Nudo 13	240.00	3.70	457.32	217.32
Nudo 14	237.00	3.70	457.35	220.35
Nudo 15	239.00	2.56	457.38	218.38
Nudo 16	241.20	0.00	457.43	216.23
Nudo 17	242.00	1.23	457.49	215.49
Nudo 18	242.00	0.92	457.66	215.66
Nudo 19	246.90	4.10	457.57	210.67
Nudo 20	250.50	0.00	457.54	207.04
Nudo 21	249.80	1.60	457.47	207.67
Nudo 22	250.00	1.60	457.44	207.44
Nudo 23	247.20	4.10	457.43	210.23
Nudo 24	248.40	0.00	457.42	209.02
Nudo 25	248.00	1.60	457.36	209.36
Nudo 26	245.90	0.00	457.41	211.51
Nudo 27	243.50	0.00	457.40	213.90
Nudo 28	243.00	0.00	457.37	214.37
Nudo 29	244.90	4.10	457.37	212.47
Nudo 30	242.70	0.00	457.41	214.71
Nudo 31	245.20	0.00	457.33	212.13
Nudo 32	245.20	0.00	457.24	212.04
Nudo 33	245.60	0.00	457.11	211.51
Nudo 34	247.20	4.02	456.55	209.35
Nudo 35	244.60	0.00	457.33	212.73
Nudo 36	244.40	0.00	457.33	212.93
Nudo 37	240.00	0.00	457.33	217.33
Nudo 38	243.90	0.00	457.36	213.46
Nudo 39	238.50	2.56	457.38	218.88
Nudo 40	244.00	0.00	456.99	212.99
Nudo 41	249.00	1.69	456.90	207.90
Embalse 43	227.08	Sin Valor	227.08	0.00
Depósito 42	265.00	Sin Valor	271.60	6.60

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de los Nudos de la Red a las 24:00 Horas				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 1	251.90	2.03	457.21	205.31
Nudo 2	251.00	2.03	457.04	206.04
Nudo 3	247.20	2.03	457.02	209.82
Nudo 4	248.30	0.00	457.21	208.91
Nudo 5	246.10	0.00	457.22	211.12
Nudo 6	239.90	4.02	455.79	215.89
Nudo 7	243.20	0.00	457.25	214.05
Nudo 8	242.00	0.00	456.90	214.90
Nudo 9	238.50	2.43	456.68	218.18
Nudo 10	241.50	2.43	457.27	215.77
Nudo 11	245.00	1.52	457.27	212.27
Nudo 12	246.00	4.02	456.88	210.88
Nudo 13	240.00	3.70	457.32	217.32
Nudo 14	237.00	3.70	457.35	220.35
Nudo 15	239.00	2.56	457.38	218.38
Nudo 16	241.20	0.00	457.43	216.23
Nudo 17	242.00	1.23	457.49	215.49
Nudo 18	242.00	0.92	457.66	215.66
Nudo 19	246.90	4.10	457.57	210.67
Nudo 20	250.50	0.00	457.54	207.04
Nudo 21	249.80	1.60	457.47	207.67
Nudo 22	250.00	1.60	457.44	207.44
Nudo 23	247.20	4.10	457.43	210.23
Nudo 24	248.40	0.00	457.42	209.02
Nudo 25	248.00	1.60	457.36	209.36
Nudo 26	245.90	0.00	457.41	211.51
Nudo 27	243.50	0.00	457.40	213.90
Nudo 28	243.00	0.00	457.37	214.37
Nudo 29	244.90	4.10	457.37	212.47
Nudo 30	242.70	0.00	457.41	214.71
Nudo 31	245.20	0.00	457.33	212.13
Nudo 32	245.20	0.00	457.24	212.04
Nudo 33	245.60	0.00	457.11	211.51
Nudo 34	247.20	4.02	456.55	209.35
Nudo 35	244.60	0.00	457.33	212.73
Nudo 36	244.40	0.00	457.33	212.93
Nudo 37	240.00	0.00	457.33	217.33
Nudo 38	243.90	0.00	457.36	213.46
Nudo 39	238.50	2.56	457.38	218.88
Nudo 40	244.00	0.00	456.99	212.99
Nudo 41	249.00	1.69	456.90	207.90
Embalse 43	227.08	Sin Valor	227.08	0.00
Depósito 42	265.00	Sin Valor	271.60	6.60

Tabla 21

Estado de las Líneas de la Red a las 0:00 Horas						
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería 1	131	100	1.62	0.21	0.50	Abierta
Tubería 2	151	100	-0.41	0.05	0.04	Abierta
Tubería 3	120	100	-4.13	0.53	2.84	Abierta
Tubería 4	152	250	-36.44	0.74	1.85	Abierta
Tubería 5	40	250	-40.57	0.83	2.25	Abierta
Tubería 6	130	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 7	151	250	-44.59	0.91	2.68	Abierta
Tubería 8	82	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 9	51	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 10	62	250	-47.02	0.96	2.96	Abierta
Tubería 11	128	250	-41.52	0.85	2.35	Abierta
Tubería 12	40	250	-45.22	0.92	2.76	Abierta
Tubería 13	42	250	-48.92	1.00	3.19	Abierta
Tubería 14	31	250	-61.74	1.26	4.91	Abierta
Tubería 15	30	250	-63.07	1.28	5.10	Abierta
Tubería 16	81	250	-64.30	1.31	5.29	Abierta
Tubería 17	153	250	25.56	0.52	0.96	Abierta
Tubería 18	113	250	21.46	0.44	0.69	Abierta
Tubería 19	64	200	21.46	0.68	2.06	Abierta
Tubería 20	72	100	1.60	0.20	0.49	Abierta
Tubería 21	60	200	18.26	0.58	1.52	Abierta
Tubería 22	42	200	14.16	0.45	0.95	Abierta
Tubería 23	31	75	1.60	0.36	1.99	Abierta
Tubería 24	63	200	12.56	0.40	0.76	Abierta
Tubería 25	68	200	12.56	0.40	0.76	Abierta
Tubería 26	61	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 27	20	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 28	50	150	-1.33	0.08	0.05	Abierta
Tubería 29	80	150	-1.33	0.08	0.05	Abierta
Tubería 30	121	150	9.79	0.55	1.95	Abierta
Tubería 31	32	100	4.02	0.51	2.70	Abierta
Tubería 32	13	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 33	51	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 34	41	150	5.77	0.33	0.73	Abierta
Tubería 35	10	150	-7.70	0.44	1.25	Abierta
Tubería 36	80	100	0.00	0.00	0.00	Abierta
Tubería 37	50	150	-7.70	0.44	1.25	Abierta
Tubería 38	95	200	-7.70	0.25	0.31	Abierta
Tubería 39	30	200	-10.26	0.33	0.52	Abierta
Tubería 40	72	150	13.47	0.76	3.52	Abierta
Tubería 41	36	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 42	130	150	7.93	0.45	1.32	Abierta
Tubería 43	60	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Tubería 48	40	250	-32.79	0.67	1.52	Abierta
Tubería 44	162	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Bomba 45	Sin Valor	Sin Valor	90.78	0.00	-43.22	Marcha

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de las Líneas de la Red a las 6:00 Horas						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
Tubería 1	131	100	1.64	0.21	0.52	Abierta
Tubería 2	151	100	-0.39	0.05	0.04	Abierta
Tubería 3	120	100	-4.11	0.52	2.81	Abierta
Tubería 4	152	250	-36.07	0.73	1.81	Abierta
Tubería 5	40	250	-40.18	0.82	2.21	Abierta
Tubería 6	130	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 7	151	250	-44.20	0.90	2.64	Abierta
Tubería 8	82	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 9	51	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 10	62	250	-46.63	0.95	2.92	Abierta
Tubería 11	128	250	-41.21	0.84	2.32	Abierta
Tubería 12	40	250	-44.91	0.91	2.72	Abierta
Tubería 13	42	250	-48.61	0.99	3.15	Abierta
Tubería 14	31	250	-61.40	1.25	4.86	Abierta
Tubería 15	30	250	-62.76	1.28	5.06	Abierta
Tubería 16	81	250	-63.99	1.30	5.24	Abierta
Tubería 17	153	250	25.48	0.52	0.95	Abierta
Tubería 18	113	250	21.38	0.44	0.69	Abierta
Tubería 19	64	200	21.38	0.68	2.04	Abierta
Tubería 20	72	100	1.60	0.20	0.49	Abierta
Tubería 21	60	200	18.18	0.58	1.51	Abierta
Tubería 22	42	200	14.08	0.45	0.94	Abierta
Tubería 23	31	75	1.60	0.36	1.99	Abierta
Tubería 24	63	200	12.48	0.40	0.75	Abierta
Tubería 25	68	200	12.48	0.40	0.75	Abierta
Tubería 26	61	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 27	20	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 28	50	150	-1.36	0.08	0.05	Abierta
Tubería 29	80	150	-1.36	0.08	0.05	Abierta
Tubería 30	121	150	9.74	0.55	1.93	Abierta
Tubería 31	32	100	4.02	0.51	2.70	Abierta
Tubería 32	13	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 33	51	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 34	41	150	5.72	0.32	0.72	Abierta
Tubería 35	10	150	-7.67	0.43	1.24	Abierta
Tubería 36	80	100	0.00	0.00	0.00	Abierta
Tubería 37	50	150	-7.67	0.43	1.24	Abierta
Tubería 38	95	200	-7.67	0.24	0.31	Abierta
Tubería 39	30	200	-10.23	0.33	0.52	Abierta
Tubería 40	72	150	13.39	0.76	3.48	Abierta
Tubería 41	36	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 42	130	150	7.85	0.44	1.29	Abierta
Tubería 43	60	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Tubería 48	40	250	-32.40	0.66	1.49	Abierta
Tubería 44	162	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Bomba 45	Sin Valor	Sin Valor	90.39	0.00	-45.96	Marcha

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de las Líneas de la Red a las 12:00 Horas						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
Tubería 1	131	100	2.71	0.35	1.31	Abierta
Tubería 2	151	100	0.68	0.09	0.10	Abierta
Tubería 3	120	100	-3.04	0.39	1.61	Abierta
Tubería 4	152	250	-4.74	0.10	0.04	Abierta
Tubería 5	40	250	-7.78	0.16	0.11	Abierta
Tubería 6	130	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 7	151	250	-11.80	0.24	0.23	Abierta
Tubería 8	82	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 9	51	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 10	62	250	-14.23	0.29	0.32	Abierta
Tubería 11	128	250	-16.24	0.33	0.41	Abierta
Tubería 12	40	250	-19.94	0.41	0.60	Abierta
Tubería 13	42	250	-23.64	0.48	0.83	Abierta
Tubería 14	31	250	-33.74	0.69	1.60	Abierta
Tubería 15	30	250	-37.14	0.76	1.91	Abierta
Tubería 16	81	250	-38.37	0.78	2.03	Abierta
Tubería 17	153	250	18.70	0.38	0.54	Abierta
Tubería 18	113	250	14.60	0.30	0.34	Abierta
Tubería 19	64	200	14.60	0.46	1.01	Abierta
Tubería 20	72	100	1.60	0.20	0.49	Abierta
Tubería 21	60	200	11.40	0.36	0.64	Abierta
Tubería 22	42	200	7.30	0.23	0.28	Abierta
Tubería 23	31	75	1.60	0.36	1.99	Abierta
Tubería 24	63	200	5.70	0.18	0.18	Abierta
Tubería 25	68	200	5.70	0.18	0.18	Abierta
Tubería 26	61	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 27	20	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 28	50	150	-3.40	0.19	0.28	Abierta
Tubería 29	80	150	-3.40	0.19	0.28	Abierta
Tubería 30	121	150	5.00	0.28	0.56	Abierta
Tubería 31	32	100	4.02	0.51	2.70	Abierta
Tubería 32	13	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 33	51	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 34	41	150	0.98	0.06	0.03	Abierta
Tubería 35	10	150	-4.98	0.28	0.55	Abierta
Tubería 36	80	100	0.00	0.00	0.00	Abierta
Tubería 37	50	150	-4.98	0.28	0.56	Abierta
Tubería 38	95	200	-4.98	0.16	0.14	Abierta
Tubería 39	30	200	-7.54	0.24	0.30	Abierta
Tubería 40	72	150	5.96	0.34	0.78	Abierta
Tubería 41	36	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 42	130	150	0.42	0.02	0.01	Abierta
Tubería 43	60	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Tubería 48	40	250	0.00	0.00	0.00	Cerrada
Tubería 44	162	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Bomba 45	Sin Valor	Sin Valor	57.99	0.00	-230.58	Marcha

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de las Líneas de la Red a las 18:00 Horas						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
Tubería 1	131	100	2.71	0.35	1.31	Abierta
Tubería 2	151	100	0.68	0.09	0.10	Abierta
Tubería 3	120	100	-3.04	0.39	1.61	Abierta
Tubería 4	152	250	-4.74	0.10	0.04	Abierta
Tubería 5	40	250	-7.78	0.16	0.11	Abierta
Tubería 6	130	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 7	151	250	-11.80	0.24	0.23	Abierta
Tubería 8	82	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 9	51	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 10	62	250	-14.23	0.29	0.32	Abierta
Tubería 11	128	250	-16.24	0.33	0.41	Abierta
Tubería 12	40	250	-19.94	0.41	0.60	Abierta
Tubería 13	42	250	-23.64	0.48	0.83	Abierta
Tubería 14	31	250	-33.74	0.69	1.60	Abierta
Tubería 15	30	250	-37.14	0.76	1.91	Abierta
Tubería 16	81	250	-38.37	0.78	2.03	Abierta
Tubería 17	153	250	18.70	0.38	0.54	Abierta
Tubería 18	113	250	14.60	0.30	0.34	Abierta
Tubería 19	64	200	14.60	0.46	1.01	Abierta
Tubería 20	72	100	1.60	0.20	0.49	Abierta
Tubería 21	60	200	11.40	0.36	0.64	Abierta
Tubería 22	42	200	7.30	0.23	0.28	Abierta
Tubería 23	31	75	1.60	0.36	1.99	Abierta
Tubería 24	63	200	5.70	0.18	0.18	Abierta
Tubería 25	68	200	5.70	0.18	0.18	Abierta
Tubería 26	61	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 27	20	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 28	50	150	-3.40	0.19	0.28	Abierta
Tubería 29	80	150	-3.40	0.19	0.28	Abierta
Tubería 30	121	150	5.00	0.28	0.56	Abierta
Tubería 31	32	100	4.02	0.51	2.70	Abierta
Tubería 32	13	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 33	51	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 34	41	150	0.98	0.06	0.03	Abierta
Tubería 35	10	150	-4.98	0.28	0.56	Abierta
Tubería 36	80	100	0.00	0.00	0.00	Abierta
Tubería 37	50	150	-4.98	0.28	0.56	Abierta
Tubería 38	95	200	-4.98	0.16	0.14	Abierta
Tubería 39	30	200	-7.54	0.24	0.30	Abierta
Tubería 40	72	150	5.96	0.34	0.78	Abierta
Tubería 41	36	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 42	130	150	0.42	0.02	0.01	Abierta
Tubería 43	60	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Tubería 48	40	250	0.00	0.00	0.00	Cerrada
Tubería 44	162	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Bomba 45	Sin Valor	Sin Valor	57.99	0.00	-230.58	Marcha

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

Estado de las Líneas de la Red a las 24:00 Horas						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
Tubería 1	131	100	2.71	0.35	1.31	Abierta
Tubería 2	151	100	0.68	0.09	0.10	Abierta
Tubería 3	120	100	-3.04	0.39	1.61	Abierta
Tubería 4	152	250	-4.74	0.10	0.04	Abierta
Tubería 5	40	250	-7.78	0.16	0.11	Abierta
Tubería 6	130	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 7	151	250	-11.80	0.24	0.23	Abierta
Tubería 8	82	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 9	51	75	2.43	0.55	4.32	Abierta
Tubería 10	62	250	-14.23	0.29	0.32	Abierta
Tubería 11	128	250	-16.24	0.33	0.41	Abierta
Tubería 12	40	250	-19.94	0.41	0.60	Abierta
Tubería 13	42	250	-23.64	0.48	0.83	Abierta
Tubería 14	31	250	-33.74	0.69	1.60	Abierta
Tubería 15	30	250	-37.14	0.76	1.91	Abierta
Tubería 16	81	250	-38.37	0.78	2.03	Abierta
Tubería 17	153	250	18.70	0.38	0.54	Abierta
Tubería 18	113	250	14.60	0.30	0.34	Abierta
Tubería 19	64	200	14.60	0.46	1.01	Abierta
Tubería 20	72	100	1.60	0.20	0.49	Abierta
Tubería 21	60	200	11.40	0.36	0.64	Abierta
Tubería 22	42	200	7.30	0.23	0.28	Abierta
Tubería 23	31	75	1.60	0.36	1.99	Abierta
Tubería 24	63	200	5.70	0.18	0.18	Abierta
Tubería 25	68	200	5.70	0.18	0.18	Abierta
Tubería 26	61	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 27	20	150	4.10	0.23	0.39	Abierta
Tubería 28	50	150	-3.40	0.19	0.28	Abierta
Tubería 29	80	150	-3.40	0.19	0.28	Abierta
Tubería 30	121	150	5.00	0.28	0.56	Abierta
Tubería 31	32	100	4.02	0.51	2.70	Abierta
Tubería 32	13	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 33	51	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 34	41	150	0.98	0.06	0.03	Abierta
Tubería 35	10	150	-4.98	0.28	0.55	Abierta
Tubería 36	80	100	0.00	0.00	0.00	Abierta
Tubería 37	50	150	-4.98	0.28	0.56	Abierta
Tubería 38	95	200	-4.98	0.16	0.14	Abierta
Tubería 39	30	200	-7.54	0.24	0.30	Abierta
Tubería 40	72	150	5.96	0.34	0.78	Abierta
Tubería 41	36	75	4.02	0.91	10.98	Abierta
Tubería 42	130	150	0.42	0.02	0.01	Abierta
Tubería 43	60	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Tubería 48	40	250	0.00	0.00	0.00	Cerrada
Tubería 44	162	100	1.69	0.22	0.54	Abierta
Bomba 45	Sin Valor	Sin Valor	57.99	0.00	-230.58	Marcha

VI. CONCLUSIONES

Se analizó información poblacional, la cual fue de 6,106 habitantes, en el 2011 para un total de 1,028 viviendas, la población se proyectó al 2031 utilizando el método geométrico descrita en las normas de INAA incrementándose en 10,106 habitantes que será la población a ser servida por el presente proyecto.

Se usó una Tasa de Crecimiento del 2,50% ya que es el porcentaje que ENACAL planea para sus proyectos de agua potable, cabe señalar que el sistema propuesto tiene una vida útil de 20 años

El Caudal del Rediseño Calculado para el 2031 para un Consumo Máximo Diario de 768.07 gpm que es el caudal para el rediseño de la bomba y tanque de almacenamiento, y el Consumo Máximo Horario de 886.24 gpm para el rediseño de la red.

Para el rediseño de la Estación y equipo de Bombeo se efectuaron cálculos dando como resultado las siguientes especificaciones técnicas: Bomba sumergible, eje vertical de 6 tazones con una velocidad de giro de 3550rpm, una eficiencia del 80% una potencia de bomba de 218 HP y una potencia de motor de 170 KW, Diámetro de descarga = 10 “, Carga Total Dinámica= 885.16 pie, el Caudal de Operación de la Bomba= 768.07 gpm para bomba y tanque; Y 886.24 gpm para el diseño de la red. Las características de la bomba fueron determinadas por la Carga Total Dinámica y el Caudal, la cual fueron analizadas en la curva del manual de BOMBAS.(SPA, SP, catalogo GRUNDFUS)

Las características de Almacenamiento se describen de forma que tendrá un volumen de almacenamiento de 1,739.33 m³, un área de 255.90 m², una altura de tanque de 6.80 m, un borde libre de 0.20 m y un diámetro de 18 m funcionando bajo suelo para una capacidad mayor de 470,000 gal.

Para la propuesta del diseño del SAAP, del Bo. Camilo Ortega, se realizó el análisis hidráulico con el programa EPANET, dando como resultado: la red tendrá 41 nodos, los nodos 1,2,3,6,9,10,11,12,13,14,15,17,18,19,22,23,25,29,34,39 y 41 estarán en condiciones abiertas con su respectivo caudal nodal y los demás nodos estarán en condiciones cerradas, 44 líneas donde fluirá el líquido a presión , donde 1,154 m lineales son de diámetro de 10”, 422 m lineales diámetro de 8”, 518 m lineales diámetro de 6” , 677 m lineales diámetro de 4” , 393.5 m lineales diámetro de 3”. Las tuberías será de material PVC SDR-26 que son fabricadas para soportar presión alta.

Las velocidades en las líneas serán entre 0.6m/s y 0.9m/s manteniendo una presión mínima de trabajo de 14mca y presión máxima de trabajo de 70 mca , para la línea de conducción por bombeo se usara tubería de hierro de 10” con C=150 y tendrá una longitud de 1,000 m lineales, y para la línea de conducción por gravedad se usara tubería de 40 m de PVC SDR-26 de 10”.

El Costo Total de la Obra se determinó mediante un Presupuesto, siendo el monto Total C\$ 8,113,638.72 (Ocho millones ciento trece mil seiscientos treinta y ocho con 72/100 cordobas) equivalente a moneda americana de \$420,395.79 (cuatrocientos veinte mil trescientos noventa y cinco con 79/100) con una tasa de cambio de 22.5025 córdobas por dólar el monto total incluye el factor de transporte de materiales y/o equipos, y mano de obra.

RECOMENDACIONES.

A fin de garantizar que el sistema funcione tal a como se ha proyectado sin falla de sus características estimadas se recomienda:

- ✓ ENACAL tiene que dar mantenimiento a las fuentes, equipo de bombeo, red de distribución y todos los elementos que se relacionen con el buen funcionamiento de un SAAP, para darles a la población un excelente servicio.

- ✓ Para las velocidades que no estén en el rango de funcionamiento se recomienda hacer cambios en las pendientes y de esta manera se regulara a la velocidades aceptadas por normas

- ✓ Realizar una evaluación de impacto ambiental que garantice la mitigación de los posibles impactos negativos que puedan alterar el entorno

- ✓ Respecto al Costo del Proyecto, comprar el material de mejor calidad, para evitar problemas futuros en el servicio de abastecimiento.

- ✓ Evitar la deforestación, que es un factor principal, para la existencia de los acuíferos subterráneos.

BIBLIOGRAFÍA.

- Bernal, C. (2006) *Metodología de la Investigación*. Segunda edición, México Pearson Educación 2006. p .119.
- Blanco Chávez. M. (2003). *Curso de posgrado: Explotación de recursos hídricos*. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua.
- Fischer, L., y Navarro, A. (1996). *Introducción a la investigación de Mercados*. Ed. Mac. Graw, Hill. 1996. p. 43.
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Catálogo de etapas y sub-etapas*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Maestro de Costos Unitarios Primarios*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Maestro de Costos Unitarios Complejos*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.
- Normas Provisionales para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, publicadas por INAA.
- Guía de Costos FISE, 2008.
- Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable. Molina & López
- Dpto. de perforación de pozo ENACAL
- Normas de Diseño de Abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico en el Medio Rural. INAA
- Manual de Potabilización del agua. Jorge Arturo Pérez Parra
- Normas CAPRE
- Comité coordinador Regional de Instituciones de agua potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.
- Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño Simom Arocha R.
- Ingeniería Sanitaria Francisco UndaOpazo
- Tratamiento de Potabilización de las Aguas. Gustavo Rivas Mijares.
- Water Supply Engineering W. A Hardenbergh and E. R Rodie

IX. ANEXOS

Calculo de muestra para encuesta

$$N_0 = (z / \epsilon)^2 pq$$

Donde:

z: valor de nivel de confianza

p: probabilidad de éxito

q: probabilidad de fracaso

n: muestra de trabajo

$$5318/7155 = 0.74 = p$$

$$q = 1 - p = 1 - 0.74 = 0.26$$

probabilidad de éxito 95%

$$\alpha = 95\%$$

$$\epsilon = 5\% \quad f(z) = 0.95 + 0.05/2 = 0.975 \text{ Confianza}$$

Z = 1.96 valor por tabla

$$N_0 = (1.96/0.05)^{1.96} \times 0.76 \times 0.26 = \underline{\underline{255.30}}$$

256 *habitantes a entrevistar*



I - DATOS GENERALES

Número de boleta: _____

Fecha: _____

Barrio: _____

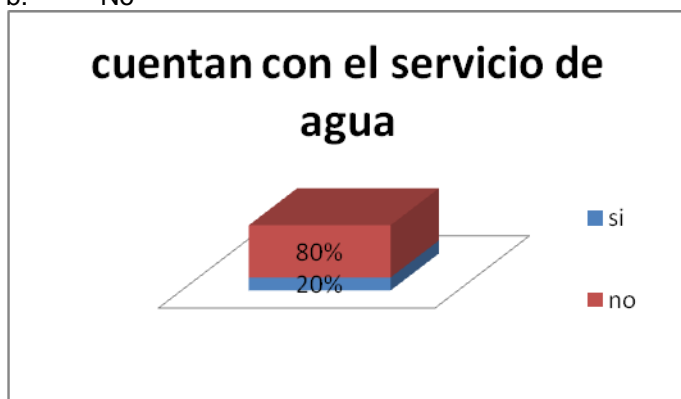
Municipio: _____

Estamos realizando un estudio con el objetivo de conocer la problemática que tiene su Barrio respecto al Abastecimiento de agua potable, para realizar un posible proyecto beneficiándolo con el abastecimiento de agua potable en su barrio. Mediante esta encuesta.

Marcando con una encierre en un círculo la letra que considere Usted como su respuesta.

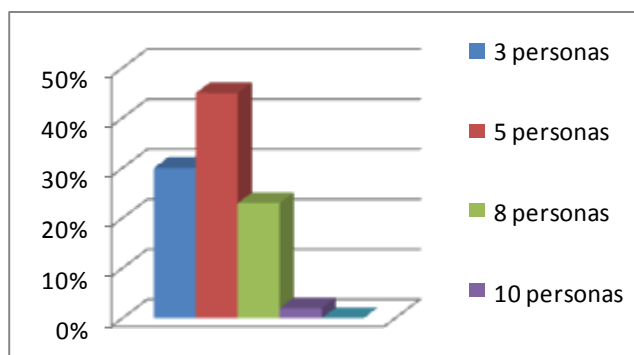
1. ¿Tiene servicio de agua potable?

- a. Si
- b. No



2. ¿Cuántas personas habitan en su hogar?

- a. 3 personas
- b. 6 personas
- c. 8 personas
- d. 10 personas
- e. Más de 10 personas

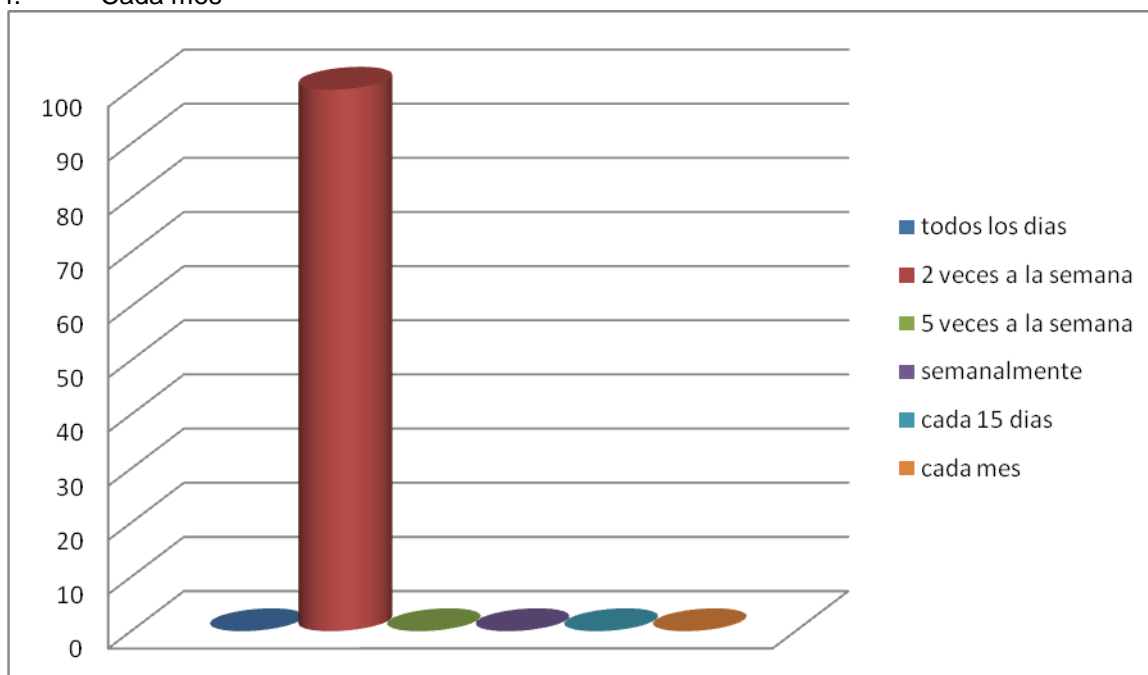


3. ¿Con que frecuencia llegan a abastecer de agua a su barrio?

- a. Todos los días

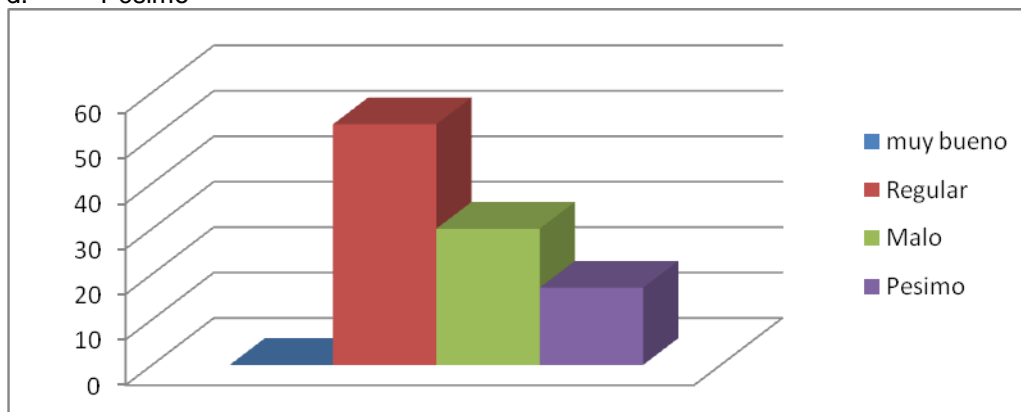
“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

- b. 1 vez a la semana
- c. 5 veces a la semana
- d. Semanalmente
- e. Cada 15 días
- f. Cada mes



4. ¿Cómo es el servicio de agua potable que se le brinda? Calidad

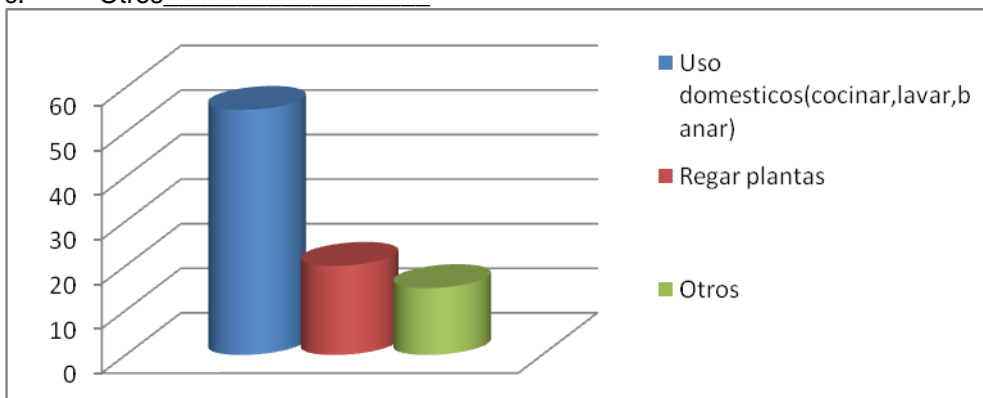
- a. Muy bueno
- b. Regular
- c. Malo
- d. Pésimo



5. ¿Para que fines utilizan el agua que se le brinda?

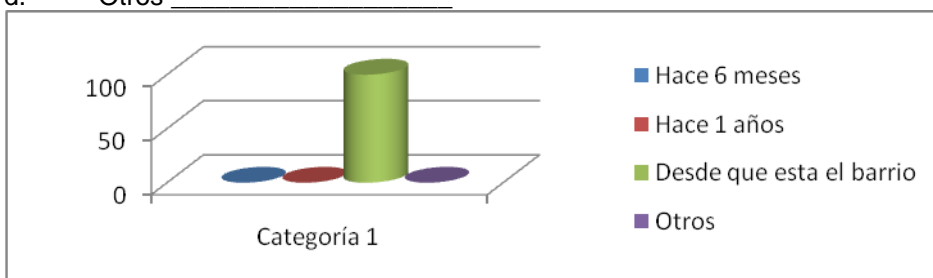
“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

- a. Uso domestico (Cocinar, lavar, bañar)
- b. Regar plantas
- c. Otros _____



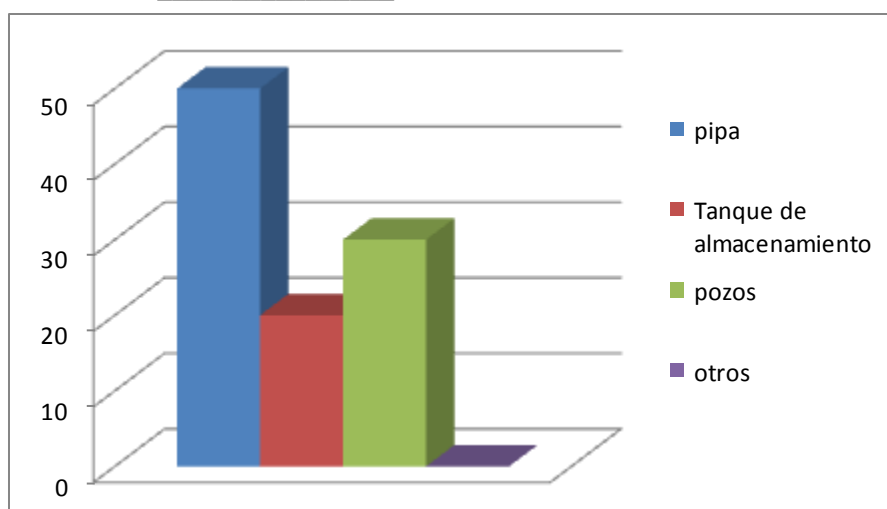
6. ¿Hace cuanto presenta esta problemática?

- a. Hace 6 meses
- b. Hace 1 años
- c. Desde que esta el barrio
- d. Otros _____



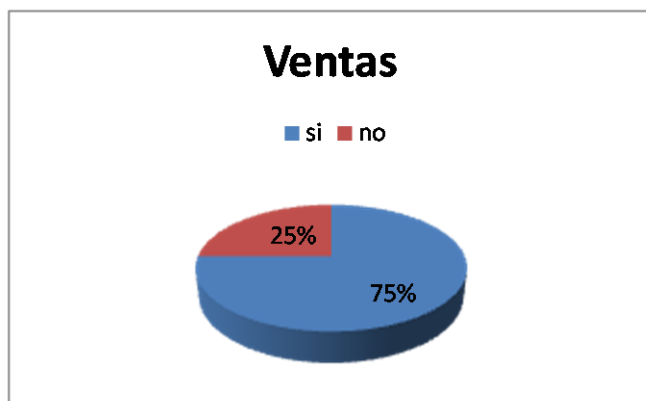
7. De que manera se abastece de agua potable?

- a. Pipa
- b. Tanque de almacenamiento
- c. Pozos
- d. Otros _____



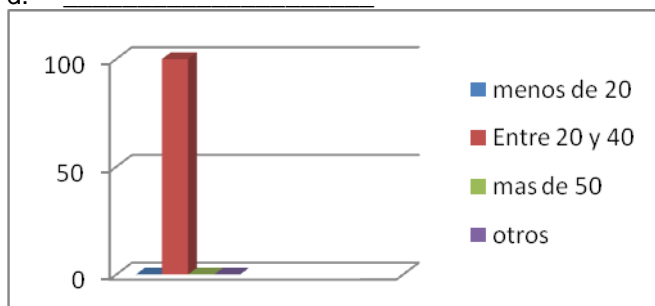
8. ¿Paga usted el agua que se le brinda ya sea por pipa, tanque de almacenamiento o pozo?

- a. Si
- b. No



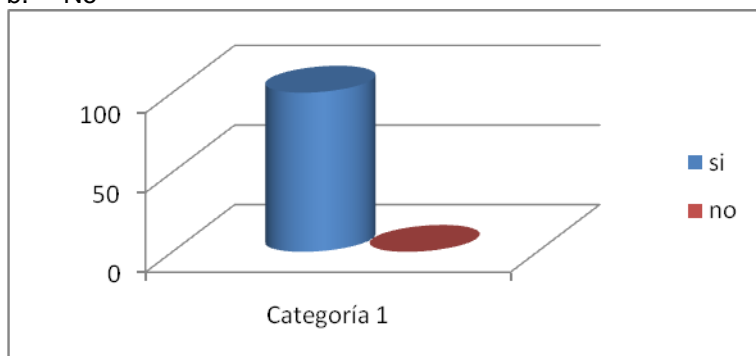
9. ¿Cuánto paga?

- a. Menos de C\$ 20 córdobas
- b. Entre C\$ 20 y C\$ 40 córdobas
- c. Mas de C\$ 50 córdobas
- d. _____



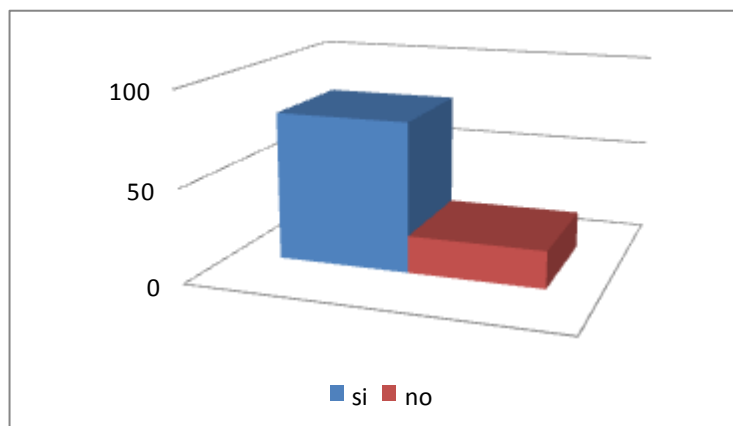
10. ¿Esta interesado en el servicio de agua potable?

- a. Si
- b. No



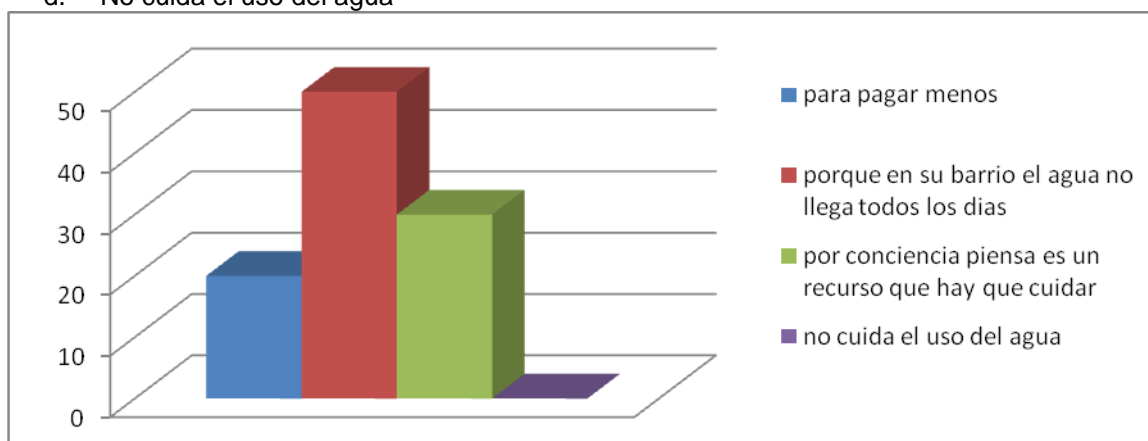
11. ¿Esta de acuerdo con invertir dinero de su presupuesto para una nueva planta de agua potable para su barrio?

- a. Si
- b. No



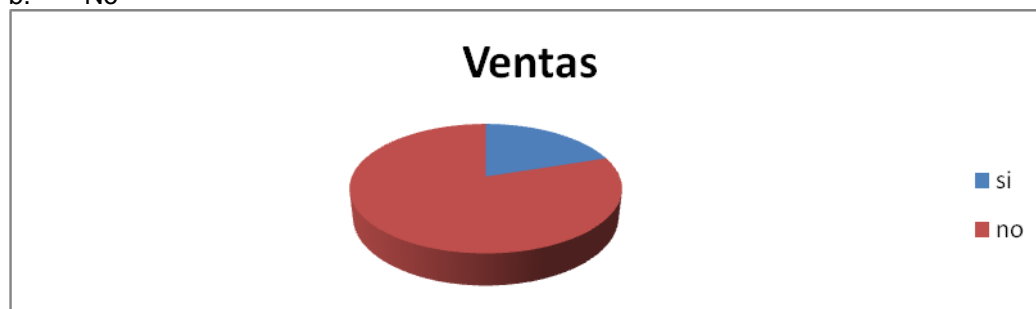
12. ¿Por qué razón cuida el uso del agua en su casa?

- a. Para pagar menos la cuenta del agua
- b. Porque en su barrio el agua no llega todos los días
- c. Por conciencia piensa que es un recurso que hay que cuidar
- d. No cuida el uso del agua



13. ¿La Empresa distribuidora de agua potable (Enacal) le ha resuelto las problemáticas que ha tenido con el abastecimiento de agua potable?

- a. Si
- b. No



Tasa de Crecimiento para el Barrio Camilo Ortega

$$i = \left(\frac{189793}{161802} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \qquad i = 0.0161 = 1.61\% \approx 2.5\%$$

CIFRAS OFICIALES DE CENSO NACIONAL, POBLACION Y VIVIENDA 1995

CUADRO 14. NUMERO DE VIVIENDAS CENSADAS, POBLACION ESTIMADA, CENSADA Y PROMEDIO DE PERSONAS POR VIVIENDA, SEGUN DISTRITOS DEL MUNICIPIO DE MANAGUA. CENSOS 1995

Distritos	Total Viviendas	Viviendas con Población Censada	Total Población		Promedio de personas por Vivienda
			Estimada 30/06/95	Censada 1995	
MANAGUA	176 241	165 033	920 552	882 945	5.35
Distrito I	13 136	12 188	69 373	65 675	5.39
Distrito II	21 551	20 702	114 261	106 795	5.16
Distrito III	32 429	30 345	159 491	161 802	5.33
Distrito IV	29 760	28 151	156 769	151 849	5.39
Distrito V	33 523	30 974	180 573	169 845	5.48
Distrito VI	41 594	38 896	217 981	206 040	5.30
Distrito VII	4 248	3 777	22 104	20 939	5.54

CIFRAS OFICIALES DE CENSO NACIONAL, POBLACION Y VIVIENDA 2005

CUADRO 13. VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS, HOGARES, POBLACIÓN Y PROMEDIO DE PERSONAS POR VIVIENDA Y HOGAR, SEGUN DISTRITOS DEL MUNICIPIO DE MANAGUA. CENSOS 2005

Distrito	Viviendas	Hogares	Población	Promedio de Personas	
				Por Vivienda	Por Hogar
Managua	179 127	203 209	935 531	5.2	4.6
Distrito II	23 277	26 441	116 919	5.0	4.4
Distrito III	36 765	41 322	189 793	5.2	4.6
Distrito IV	27 003	31 377	147 764	5.5	4.7
Distrito V	39 680	44 901	207 128	5.2	4.6
Distrito VI	52 402	59 168	273 927	5.2	4.6

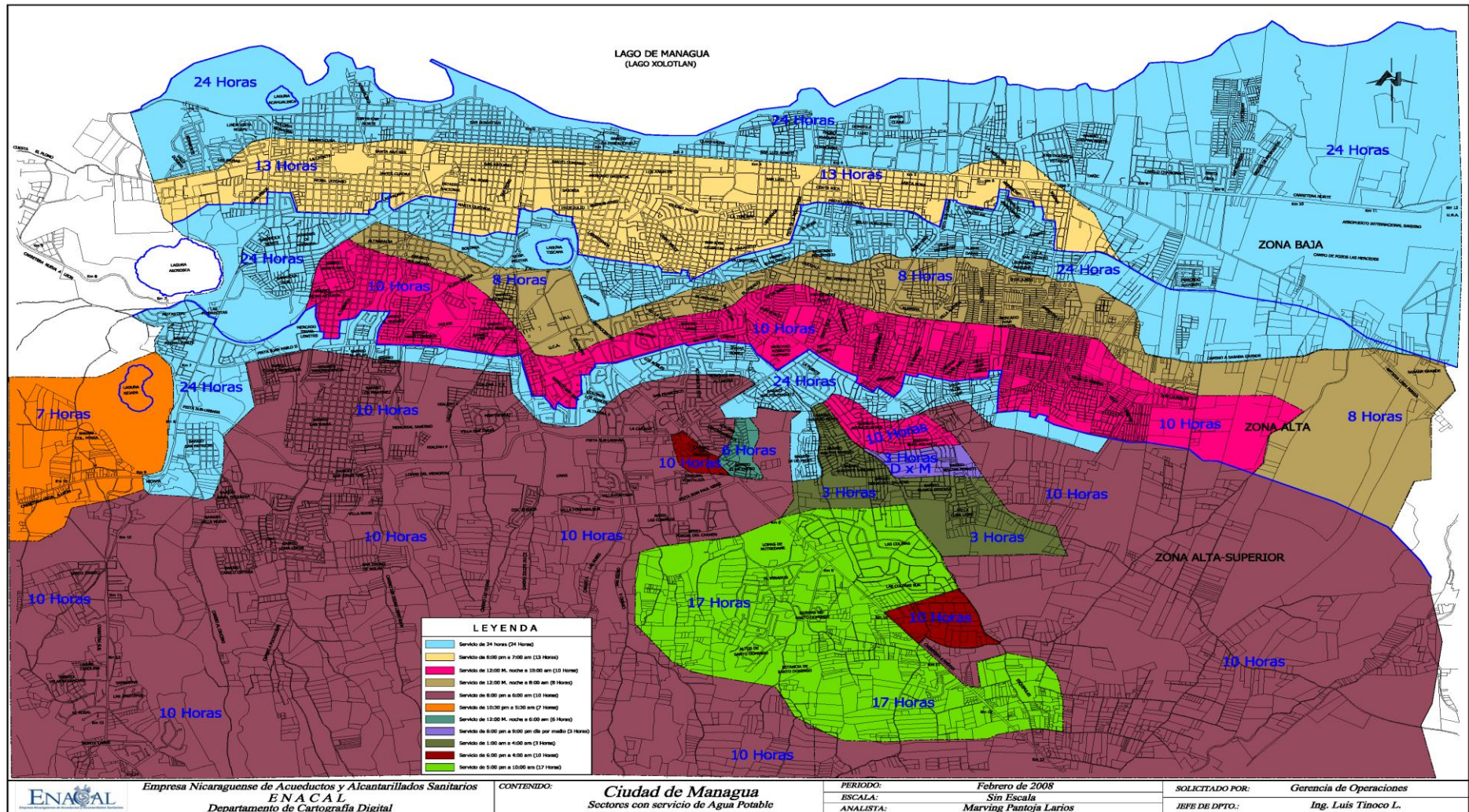
“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”

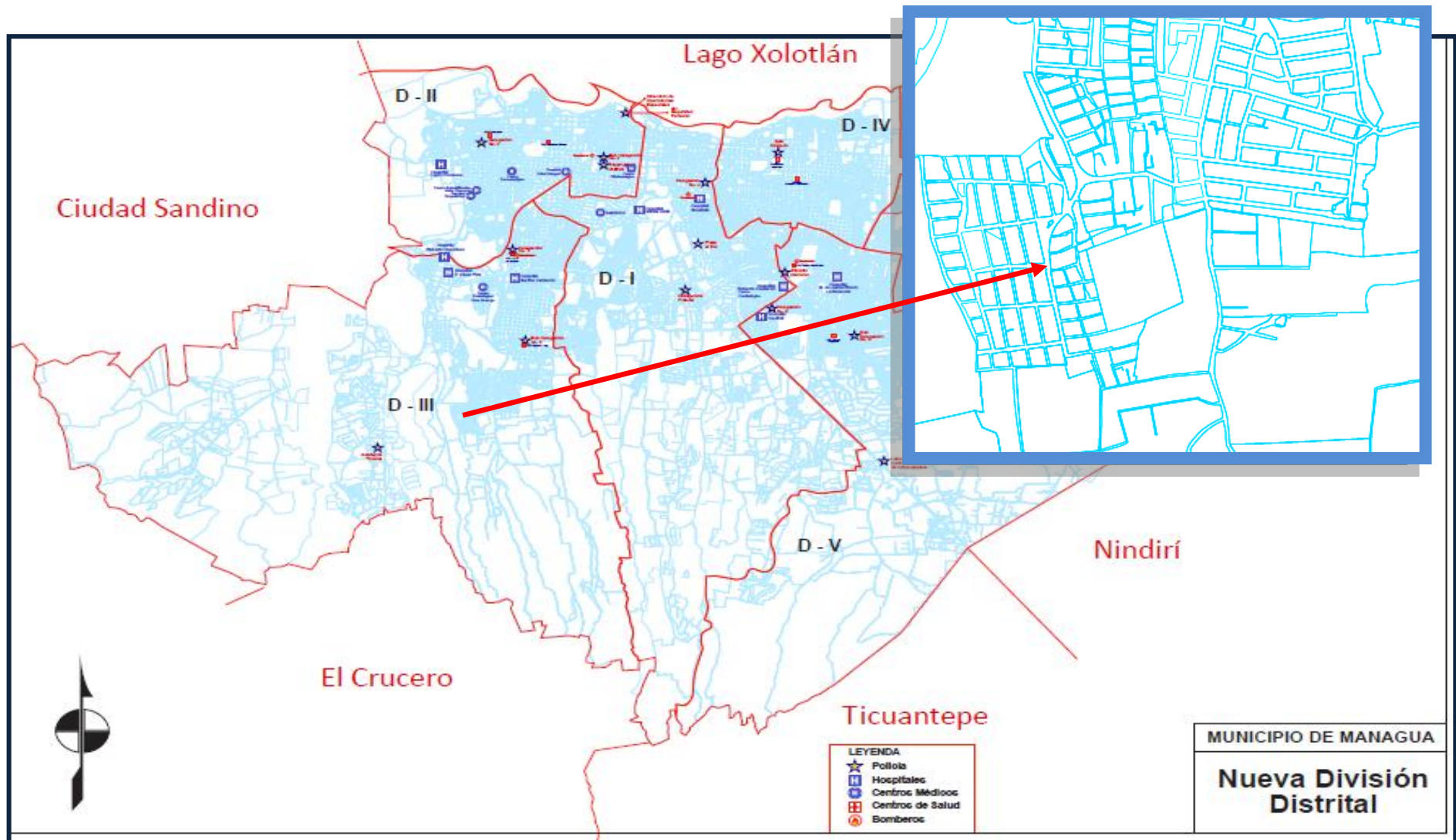
Censo población distrital del Municipio de Managua, 2005 INIDE

CUADRO 1. PRINCIPALES INDICADORES DE POBLACIÓN AL MENOR NIVEL DE DESAGREGACIÓN GEOGRÁFICA

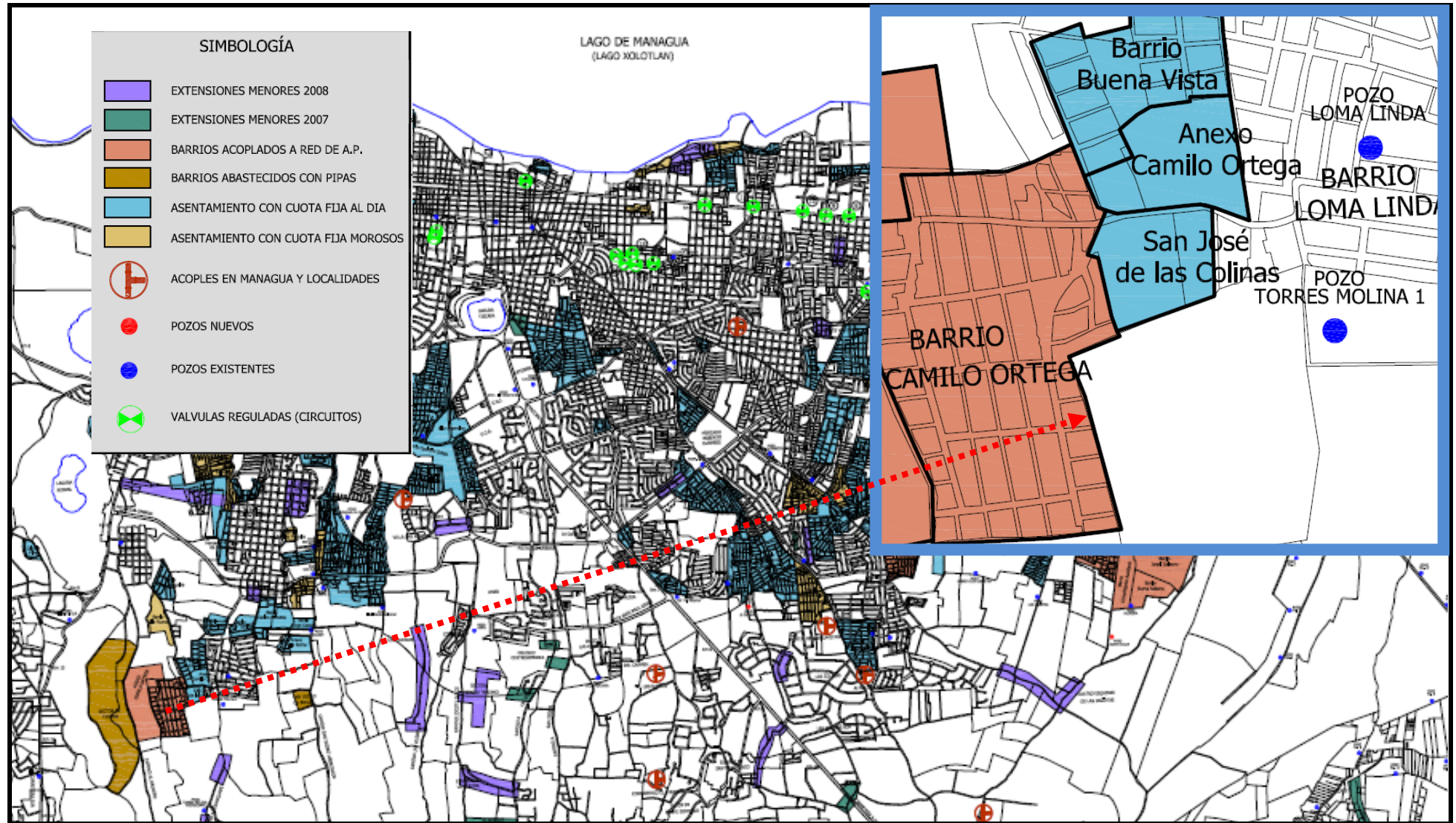
Municipio, Barrio, Comarca y Comunidad	Hombre		Mujer		Principales Indicadores de Población							
	Ambos Sexos	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	RDE	RNM	Partos del Último Hijo no Atendidos en Establecimientos de Salud	% Analf. Hombre	% Analf. Mujer	% Analf. Hombre 14-29 Años	% Analf. Mujer 14-29 Años
Sector Este Camino a Las Nubes	94	12	40	15	27	46.9	40.9	-	10.9	16.1	8.3	11.8
Casa Fontana	68	8	20	11	29	44.7	45.5	1	-	10.0	-	-
Villa Fontana	800	62	274	58	406	26.0	15.1	8	4.1	4.4	2.9	1.9
Sect. Noroeste Mnto. Rigoberto López P.	52	9	15	13	15	85.7	83.3	-	-	5.9	-	12.5
Condominio Catalina	97	14	27	22	34	61.7	37.9	1	-	-	-	-
Miguel Bonilla (Zogaig)	1 089	126	365	113	485	33.0	20.1	19	2.2	4.9	1.5	2.3
Este de Villa Roma IV Etapa	354	60	120	54	120	54.6	36.8	4	7.2	10.2	1.6	5.2
Sector Sur Villa Roma	295	45	87	55	108	63.9	48.8	1	10.0	8.8	5.1	4.3
Villa Roma IV Etapa	298	49	87	65	97	69.3	46.1	1	5.7	3.3	6.3	5.7
Villa Roma	1 621	259	518	240	604	51.4	33.5	34	6.8	7.0	6.1	3.4
Sierra Maestra (Loma Linda N. y S.)	7 982	1 209	2 606	1 166	3 001	56.1	36.1	155	6.2	9.1	3.8	3.5
Anexo Torres Molina (Camilo Ortega)	862	140	271	147	304	56.2	37.5	14	6.2	7.8	6.0	4.7
Costado E. Parque T.Molina (C.Ortega)	1 056	205	273	235	343	75.1	45.3	7	11.0	10.8	10.7	6.3
Buena Vista	1 074	195	318	194	367	62.5	33.8	15	6.1	9.1	3.4	6.2
Lomas del Sur	621	127	180	112	202	63.9	51.6	2	5.2	4.8	5.1	3.3
Villanueva	1 127	221	347	218	341	69.7	39.5	12	9.2	6.0	7.7	3.5
Sector Noreste Valle Ticomo	1 472	317	409	292	454	76.1	63.2	31	9.6	12.8	7.0	9.5
Lomas de Ticomo	55	5	18	4	28	25.0	8.3	4	-	13.3	-	22.2
Altos de Ticomo	97	10	29	15	43	42.6	18.2	3	-	4.0	-	-
Sector Noroeste Altos de Ticomo	212	22	80	30	80	41.3	31.3	14	1.2	6.7	-	5.1
Santa Anita	509	68	165	63	213	43.4	25.3	15	6.3	5.9	3.3	4.4
Maezell Pallais Checa (Santa Isabel)	385	46	127	39	173	39.5	22.6	16	6.7	6.0	2.4	-
Sector Sureste Santa Isabel	533	45	182	72	234	42.5	20.6	13	9.3	7.2	1.5	2.6
El Sosiego	66	11	28	5	22	57.1	33.3	3	-	13.0	-	-
El Sosiego Costado Sur	36	1	18	-	17	5.9	-	-	21.1	17.6	-	33.3
Sector Sureste Valle Ticomo	1 512	325	417	311	459	79.1	60.7	26	13.0	12.0	9.8	4.9
Camilo Ortega (Torres Molina)	5 318	840	1 684	861	1 933	60.8	36.2	147	7.8	11.2	5.1	4.3
Sector Sureste Camilo Ortega	1 837	387	505	355	590	72.8	46.5	24	5.5	7.6	2.6	2.7
Sector Noreste Cmca. Pochocuape	285	53	88	48	96	62.9	47.1	-	20.0	17.5	11.4	5.0
La Tomatera	265	45	84	58	78	72.1	59.7	5	1.1	4.2	-	4.5
Samarkanda	232	20	89	20	103	26.1	20.0	2	10.4	9.2	3.1	4.9
Los Cocos (D3)	79	11	26	7	35	36.2	18.5	-	3.3	2.8	-	-
Carolinas	133	8	44	13	68	35.7	18.4	7	2.2	4.1	-	-
Sector Este Comarca Monte Fresco	158	25	45	29	59	64.6	34.8	-	10.0	13.0	4.2	4.8
Hilario Sánchez I Etapa	609	120	183	102	204	63.7	44.2	10	9.9	14.7	4.7	3.0
Hilario Sánchez II Etapa	1 258	197	399	227	435	57.3	40.6	26	11.1	13.7	6.6	5.9
El Rosal	60	4	19	6	31	27.7	4.5	1	-	3.0	-	-
Sector Sur El Rosal	18	1	7	-	10	12.5	12.5	1	14.3	20.0	-	-
El Pedernal	60	8	19	7	26	62.2	42.1	1	4.8	7.7	-	-
Las Jinotepe	69	6	24	6	33	30.2	18.5	3	7.4	2.9	14.3	-
Condominio Roma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”



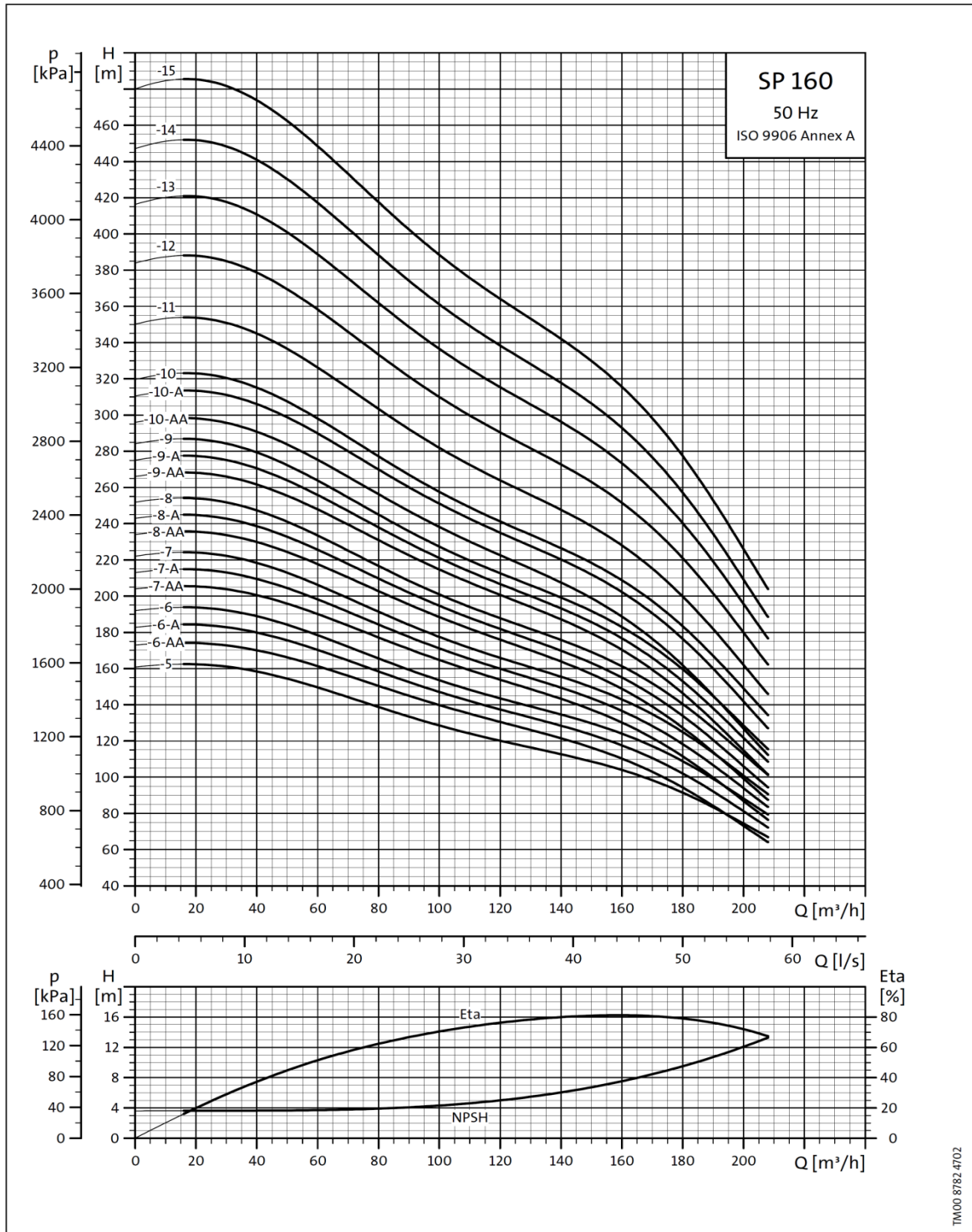


“Propuesta de Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para el Bo. Camilo Ortega, Municipio de Managua, Mayo 2011 a Mayo 2031”



Curvas características

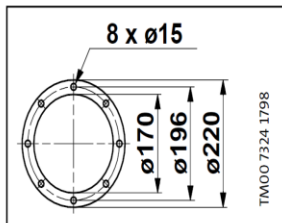
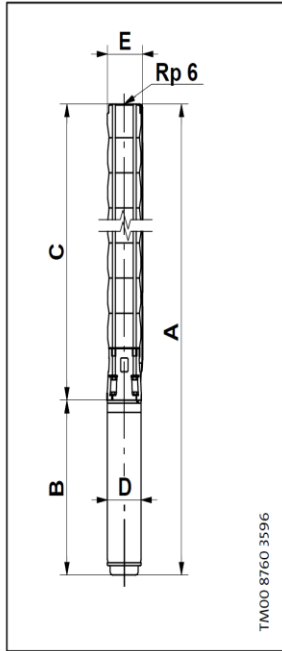
Bombas sumergibles
SP 160



Datos técnicos

Bombas sumergibles
SP 160

Dimensiones y pesos



Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 6				Brida Grundfos 6"				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 160-1-A	MS 6000	9,2	1255	651	211	218	1255	651	222	226	604	138	76
SP 160-1	MS 6000	13	1315	651	211	218	1315	651	222	226	664	138	82
SP 160-2-AA	MS 6000	18,5	1561	807	211	218	1561	807	222	226	754	138	97
SP 160-2-A	MS 6000	22	1621	807	211	218	1621	807	222	226	814	138	103
SP 160-2	MS 6000	26	1681	807	211	218	1681	807	222	226	874	138	109
SP 160-3-AA	MS 6000	30	1907	963	211	218	1907	963	222	226	944	138	123
SP 160-3-A	MMS 6000	37	2388	963	211	218	2388	963	222	226	1425	144	170
SP 160-3	MMS 6000	37	2388	963	211	218	2388	963	222	226	1425	144	170
SP 160-4-AA	MMS 8000	45	2389	1119	218	227	2389	1119	229	232	1270	192	230
SP 160-4-A	MMS 8000	45	2389	1119	218	227	2389	1119	229	232	1270	192	230
SP 160-4	MMS 8000	55	2469	1119	218	227	2469	1119	229	232	1350	192	245
SP 160-5-AA	MMS 8000	55	2625	1275	218	227	2625	1275	229	232	1350	192	251
SP 160-5-A	MMS 8000	55	2625	1275	218	227	2625	1275	229	232	1350	192	251
SP 160-5	MMS 8000	63	2765	1275	218	227	2765	1275	229	232	1490	192	277
SP 160-6-AA	MMS 8000	63	2921	1431	218	227	2921	1431	229	232	1490	192	283
SP 160-6-A	MMS 8000	75	3021	1431	218	227	3021	1431	229	232	1590	192	302
SP 160-6	MMS 8000	75	3021	1431	218	227	3021	1431	229	232	1590	192	302
SP 160-7-AA	MMS 8000	75	3177	1587	218	227					1590	192	302
SP 160-7-A	MMS 8000	92	3417	1587	218	227					1830	192	354
SP 160-7	MMS 8000	92	3417	1587	218	227					1830	192	354
SP 160-8-AA	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP 160-8-A	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP 160-8	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP 160-9-AA	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP 160-9-A	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP 160-9	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP 160-10-AA	MMS 8000	110	4411	2351	213	219					2060	192	432
SP 160-10-A	MMS 10000	132	4273	2403	237	237					1870	237	544
SP 160-10	MMS 10000	132	4273	2403	237	237					1870	237	544
SP 160-11	MMS 10000	132	4429	2559	237	237					1870	237	550
SP 160-12	MMS 10000	147	4784	2714	237	237					2070	237	621
SP 160-13	MMS 10000	170	5090	2870	237	237					2220	237	667
SP 160-14	MMS 10000	170	5245	3025	237	237					2220	237	673
SP 160-15	MMS 12000	190	5239	3259	286	286					1980	286	803

* Diámetro máx. de bomba con un cable de motor.

** Diámetro máx. de bomba con dos cables de motor.

Los tipos de bombas están también disponibles en versiones R y N, ver página 5 para más detalles. Dimensiones arriba indicadas.

Otros tipos de conexión posibles mediante piezas de conexión, ver página 85.

Curvas de potencia

Bombas sumergibles
SP 160

