

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE
NICARAGUA
UNAN-MANAGUA
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION**



Monografía para optar al título de ingeniero civil.

TITULO:

“Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan”.

**Autores: Br. Jairo Otoniel Amador Espinoza
Br. Nelson David Acevedo Ruiz
Br. Yader Francisco Guardado Garrido**

Tutor: Dr. Víctor Rogelio Tirado Picado

Managua, Noviembre 2013

DEDICATORIA

El presente trabajo monográfico se lo dedico primeramente a Dios que me ha dado el don de la vida y quien me tiene hasta donde estoy, por darme esa sabiduría para poder culminar mis estudios.

De igual manera a mi madre Martha Beatriz Espinoza quien ha sido la forjadora de todo lo que soy con su gran apoyo incondicional y a mis hermanas en general.

Y finalmente dedico la investigación a todas aquellas personas que me han dado su apoyo para poder culminar el presente trabajo.

Jairo Otoniel Amador Espinoza.

DEDICATORIA

El presente trabajo monográfico será dedicado, en primer lugar, a Dios Todopoderoso, el dador de la vida, la sabiduría y el entendimiento; a mis padres José Benito Acevedo y María Esperanza Ruíz, quienes con arduo trabajo hicieron posible la realidad de este paso importante en mi vida; a los profesores de la carrera de ingeniería civil y compañeros de clases que día a día compartimos vivencias, buscando en este camino el Pan del Saber.

Nelson David Acevedo Ruiz.

DEDICATORIA

Este trabajo monográfico va dedicado especialmente a mis padres: José Francisco Guardado y María Luisa Garrido, a mi abuela: Isidora López Matute que me dieron la oportunidad de estudiar y que gracias a sus buenos consejos inculcados pude lograrlo.

Yader Francisco Guardado Garrido.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente de todo corazón a Dios el Padre creador, en el cual fue depositada con plena certeza nuestra confianza y quien nos tiene hasta donde estamos.

De igual manera a nuestros padres, quienes siempre han estado presente en todo momento y que no nos permitían dar un paso atrás.

A los catedráticos de esta alma mater UNAN-MANAGUA, licenciados e ingenieros quienes nos brindaron sus conocimientos para hacernos profesionales que contribuyamos a la sociedad, gracias por su tiempo y dedicación al ingeniero Victor Tirado y Oswaldo Balmaceda por su apoyo en todo momento que se necesitaba.

INDICE

ABREVIATURAS	8
LISTA DE PRINCIPALES SIMBOLOS.....	9
LISTA DE TABLA	12
LISTA DE GRAFICA	12
RESUMEN.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.2 ANTECEDENTES.....	16
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	17
1.5 OBJETIVOS.....	18
1.5.1 Objetivo general:.....	18
1.5.2 Objetivos específicos:.....	18
1.6 MARCO TEORICO	19
1.6.1 Diagnóstico.....	19
1.6.2 Pasos para realizar un diagnóstico.....	19
1.6.3 ¿Qué necesitamos para diagnosticar?	19
1.6.4 Funciones del diagnóstico.....	20
1.6.5 Herramientas de diagnósticos	21
1.6.6 Agua y saneamiento	21
1.6.7 Guía para el diseño.....	21
1.6.8 Conceptos y definiciones	23
1.6.9 Balance hídrico.....	25
1.6.9.12 Aportación específica	38
1.6.10 DISEÑO HIDRAULICO.....	39
1.6.11 Determinación de costos.....	51
1.7 DISEÑO METODOLOGICO	54
1.7.1 Tipo de Investigación.....	54
1.7.2 Tiempo de ejecución.....	54
1.7.3 Universo.....	54
1.7.4 Muestra.....	54

1.7.5	Criterios de inclusión.....	54
1.7.6	Criterio de exclusión.....	55
1.7.7	Muestreo	55
1.7.8	Método	56
1.7.9	Metodología.....	56
1.7.10	Matriz de marco lógico para investigación.	56
II.	DESARROLLO.....	57
2.1	Diagnóstico de la zona.	57
2.2	Topografía y Clima:	58
2.3	Población y Viviendas:.....	60
2.4	Organización territorial del municipio	62
2.5	Servicios Municipales:	66
2.6	Agua y saneamiento:	71
2.7	Diagnóstico de la situación actual del servicio de agua potable.	72
2.7.1	Diagnóstico de campo	72
2.8	Balance Hídrico de san Carlos Rio San Juan.....	78
2.9	Diseño hidráulico	82
2.9.1	Población de diseño	82
2.9.2	Determinación del consumo de agua para necesidades potables del Barrio82	
2.9.3	Tanque de almacenamiento	86
2.9.4	Selección de la bomba, punto 1 el pozo existente al tanque de almacenamiento.	87
2.9.5	Diseño hidráulico de la línea de conducción del pozo a la cisterna	90
2.9.6	Red de distribución.....	92
2.8.9	Inversión de la obra.....	93
III.	CONCLUSIONES Y RESULTADOS	97
3.1	Resultados	97
3.2	Conclusiones	101
3.3	Recomendaciones	103
	BIBLIOGRAFIA.....	105
	ANEXOS:	107
	Anexo 1 árbol de problema.	107
	Anexo 2 Matriz de Involucrado	108

Anexo 3 Matriz de Marco Lógico para Investigación. (MMLI)	110
Anexo 4. Matriz de análisis para la selección del área de investigación.	112
Anexo 5. Encuesta	113
Anexo 6: Datos de estudios de la calidad del agua de la fuente.	116
Anexo 7: juego de planos	121
Anexo 8: Tabla de pérdidas localizadas en longitud equivalente (en metro de tubería recta).....	133
Anexo 9: Curvas características de la bomba.....	134
Anexo 10: Resultado hidráulico del sistema de agua potable.....	136
Anexo 11: Carta dada por ENACAL.	146
Anexo 12 Hoja de cálculo en Excel	147
Anexo 13 ficha técnica de pozo existente.	148
Anexo 14. Datos meteorológicos.	149
Anexo 15. Porcentaje de horas de sol mensual, respecto al año.....	153
Anexo 16. Cálculo de capacidad de infiltración.....	154

ABREVIATURAS

DAR-ENACAL: Dirección General de Acueductos Rurales, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado.

CAPS: Comité de Agua y Saneamiento.

ISF: Ingeniería Sin Fronteras.

FISE: Fondo de Inversión Social de Emergencia.

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado.

MMLI: Matriz de Marco Lógico para una Investigación.

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

SIN: Sistema Nacional.

SSMM: Servicios Municipales.

INTA: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.

PCI: Project Concern Internacional.

OCSA: Obras de Conservación de Suelos y Agua.

PVC: Cloruro de Polivinilo.

MAG: Miniacueducto por Gravedad.

MABE: Miniacueducto por Bombeo Eléctrico.

PPBM: Pozo perforado con Bomba Manual.

PEBM: Pozo Excavado con Bomba Manual.

CMD: Consumo Máximo Diario.

CPD: Consumo Promedio Diario.

TE: Tamaño Efectivo.

CU: Coeficiente de Uniformidad.

NMP: Número de Muestras Probable.

CTD: Carga Total Dinámica.

CNPSd: Carga Neta Positiva de Succión Disponible.

CNPSr: Carga Neta Positiva de Succión Requerida.

NB: Nivel de Bombeo.

ES: Elevación en la Succión

CED: Carga Estática de la Descarga.

LISTA DE PRINCIPALES SIMBOLOS

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo (pies, m).

CED: Carga estática de la descarga (pies, m).

$h_{fColumna}$: Perdidas en la columna dentro del pozo (pies, m).

$h_{fDescargas}$: Perdidas en la descarga (pies, m).

Lc: Longitud de la columna (pies, m).

K: Un intervalo de selección sistemático.

N: Numero de elemento de población.

n: Numero de elemento de la muestra.

P_n : Población del año "n" (hab).

P_o : Población al inicio del periodo de diseño (hab).

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n: Numero de años que comprende el periodo de diseño.

H: Perdida de carga (m).

L: Longitud en metros.

S: Perdida de carga en m/m.

Q: Gasto en m^3/s .

D: Diámetro en metros o pulgadas.

C: Coeficiente de Hazen William cuyo valor depende de tubería utilizada.

Q_e : Caudal entrante en el tramo en (gpm).

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

S_e : Perdidas en el tramo correspondiente Q_e en decimales.

S_f : Perdidas en el tramo correspondiente Q_f en decimales.

m: Metros.

\forall : Volumen de tanque en m^3 , galones o litros.

A: Área Transversal en m^2 .

K: Coeficiente en ciento de metros cúbicos.

N: Numero de habitantes sobre el área.

P: Población (hab).

S: Área de Trabajo m^2 .

Q: Caudal de diseño (m^3/s).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

S: Pendiente del fondo del canal (m/m).

Rh: Radio hidráulico de la sección (m).

A: Área de la sección hidráulica (m²).

∅: Diámetro de tubería (m, pulgadas).

V: Velocidad límite (m/s).

Π: 3.1416.

X: Número de horas de bombeo por día, adimensional para el caso 16h.

V: Velocidad del flujo en m/s.

Ea: Modulo de elasticidad del agua (20,670 kg/cm²).

Et: Modulo de elasticidad del H₂O (20,670 kg/cm²).

e: Espesor de la pared del tubo en cm (0.991cm).

H_{ga}: Sobre presión máxima producida por golpe de ariete en metro.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal.....	29
Tabla 2: Tabla de Fracción que infiltra por efecto de la pendiente..	29
Tabla 3: Tabla de Punto de marchitez permanente y capacidad de campo en porcentaje por peso de suelo seco de diferentes texturas de suelos.....	30
Tabla 4: Profundidad de raíces de diferentes cultivos.	31
Tabla 5: Dotación de agua, según población de diseño.....	40
Tabla 6: Consumo comercial, público e industrial.....	41
Tabla 7: Caudales contra incendio.....	41
Tabla 8: Periodo de diseño según tipos de componentes	44
Tabla 9: Valores del Coeficiente de Rugosidad (C) para diferentes tipos de material	45
Tabla 10: Valores de k constante de capacidad de almacenamiento.....	50
Tabla 11: Distribución de la población por sexo.....	61
Tabla 12: Distribución de la población por sexo de 15 años a más	61
Tabla 13: Distribución de viviendas del municipio	62
Tabla 14: Distribución de cultivos en el municipio.....	69
Tabla 15: cálculo de evapotranspiración potencial.....	77
Tabla 16: propiedades del suelo debido a su textura	77
Tabla 17: datos sacados de los estudios de campo y la tabla de propiedades del suelo	78
Tabla 18: cálculo del Balance Hídrico del suelo.....	79
Tabla 19: : conversión de los caudales consumidos a aportaciones	80
Tabla 20: Determinación del caudal medio diario en lps.....	81
Tabla 21: Gasto diario de agua, consumido por la población	82
Tabla 22: Gasto horario de agua, consumido por la población.....	82
Tabla 23: Resumen del consumo público a considerar en el diseño hidráulico,	83
Tabla 24: Gasto de agua en lps para el máximo día	84
Tabla 25: Gasto de agua en lps para la máxima hora.....	84
Tabla 26 Tabla resumen de accesorios para la tubería de conducción o impulsión pozo existente.....	86
Tabla 27: Tabla resumen de pérdidas localizadas por metro de tubería recta.....	88
Tabla 28 Relación del módulo de elasticidad del agua y del material de la tubería	88
Tabla 29: Tabla resumen de distribución de caudales y coordenadas de nodos para Epanet	91
Tabla 30: Costo total del proyecto, en córdobas y dólares.....	95
Tabla 31: Matriz de Involucrados.....	107

Tabla 32: Matriz de Marco Lógico para Investigación..	109
Tabla 33: Tabla de operacionalización de las variables.	110
Tabla 34 Tabla de análisis para la selección del área de investigación.	111

LISTA DE GRÁFICOS

Grafica 1: Distribución de la población por sexo.	61
Gráfica 2: Distribución de la población por sexo de 15 años a más	61
Gráfica 3: Resultado de encuestas del servicio de agua en el barrio	72
Gráfica 4: Funcionamiento del sistema de agua potable en semanas	73
Gráfica 5: Funcionamiento del sistema de agua potable en horas.	74
Gráfica 6: Funcionamiento del sistema de agua potable.	74
Gráfica 7: problemática del agua potable Fuente	75
Grafica 8: Aprobación de un nuevo sistema de abastecimiento de agua	76

RESUMEN

En primer lugar se realizó un diagnóstico mediante la aplicación de encuestas a 179 viviendas de 335 existentes del Bo Bello Amanecer, del casco urbano del municipio de San Carlos, se compiló la información obtenida con un 0.1% de sesgo, y cuyos resultados brindaron una aceptación del proyecto, en la cual los pobladores aseguran la necesidad de la implementación de un nuevo proyecto que cumpla con lo demandado o al menos en su mayor porcentaje.

Con lo que respecta al cálculo de la recarga potencial del acuífero mediante el balance hídrico del suelo en estudio, el cual nos da a conocer el potencial de aguas subterráneas para ser explotados mediante pozos, se ha determinado que existe un déficit de 14.96 mm de agua, lo que nos indica una sobreexplotación del acuífero y por ende la necesidad de la elaboración de un plan desde el punto de vista de manejo integrado de cuenca (reforestación, conservación de suelos, regulación de extracciones etc.), a fin de proteger, preservar e incrementar la capacidad productiva del acuífero de San Carlos Rio San Juan.

Seguidamente, se diseñó el sistema de agua potable razonando que la fuente de abastecimiento una llamada "P7" (pozo existente), será perforado nuevamente a la par del existente con una profundidad mayor tomando en consideración lo escrito anteriormente en el balance hídrico y sabiendo de ante mano que reúne todos los requisitos de calidad para el consumo humano por ser una agua conocida y tratada.

Todo el conjunto del sistema hidráulico, se evaluó con el programa EPANET y presentó una ejecución del 98% de efectividad lo que garantiza que todos los elementos hidráulicos funcionan con la propuesta establecida de Fuente-Tanque-Red, y que está en consideración a cualquier cambio de dimensión que se desee realizar para la disminución de costos.

Finalmente se ha determinado el costo total de inversión del proyecto el cual se estimó en base a los precios reales en el comercio, tocando también la guía de precios del FISE actualizado a Marzo 2010, cualquier precio presentado en el proyecto, puede variar según se presente la inflación de precios en el año, por lo

que el monto total de C\$ **14, 985,659.21** (catorce millones novecientos ochenta y cinco mil seiscientos cincuenta y nueve córdobas con 21/100 centavos).

El equivalente en dólar americano es de \$ **599, 426.34** (quinientos noventa y nueve mil cuatrocientos veintiséis con 34/100 centavos) utilizando una tasa de cambio de C\$ 25 (veinte y cinco córdobas) equivalente a \$ 1 (un dólar americano).

I. INTRODUCCIÓN.

1. INTRODUCCIÓN.

La ciudad de San Carlos se encuentra situada en el Departamento de Rio San Juan, siendo esta la cabecera departamental, y está a una distancia de 290 km de la ciudad de Managua.

La ciudad de San Carlos consta con una extensión de 1,462 Km² y se incluye el archipiélago de [Solentiname](#) y el refugio de vida silvestre [Los Guatusos](#). Su población es de 13,500 habitantes (2005).

El municipio cuenta con 6 fuentes de abastecimiento de agua potable (pozos), que suministran el vital líquido a los diferentes barrios de la localidad; uno de ellos es el barrio Bello Amanecer que tiene un sistema de agua potable, que en los años 80 abastecía al pueblo en general el cual estaba constituido por 60 familias. En la actualidad solo abastece al barrio antes mencionado en donde habitan 335 familias, por lo cual se considera que el sistema de agua potable en la cual está operando para abastecer del recurso a dicho barrio, es insuficiente; ya que este fue diseñado para un periodo de 20 años y que en la actualidad tiene ya más de 30 años de funcionamiento tiempo por el cual ya caducaron sus elementos hidráulicos y considerando el crecimiento poblacional el cual implica conexiones en la red y por los elementos hidráulicos obsoletos del sistema, este ofrece un mal servicio a los pobladores del sector.

Por lo antes expuesto, se requiere de un Proyecto Integral que defina las necesidades y prioridades del barrio en agua a través de la propuesta que lleva como título **“Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan”**.

En este documento se presenta una guía en la cual se describe detalladamente las actividades y metodología que se empleará para llevar a cabo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP), así como el costo requerido para llevar a cabo la formulación de este proyecto.

1.2 ANTECEDENTES.

La ciudad de San Carlos pertenece al Departamento de Rio San Juan y está ubicado al sur, siendo esta la cabecera municipal.

La ciudad es considerada un puerto de migración hacia nuestro país vecino Costa Rica y principalmente se destaca por la presencia del majestuoso río San Juan, el cual es un amplio factor que las personas del mismo lugar utilizan para su supervivencia (pesca).

La ciudad de San Carlos cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, donde dicho proyecto se inicia en 1986 y culminó en noviembre de 1987, proyectado con una vida útil de 12 a 13 años. A partir de ese momento el proyecto beneficiaba a 60 familias, que constituían el pueblo en general.

El pozo que era explotado para la dotación de agua, producía un caudal de 80 GPM (galones por minuto) que eran extraídos con una bomba de motor eléctrico de 7.5 HP, que impulsaba el caudal hacia un tanque de almacenamiento de 100000 galones, el cual se utilizaba cuando se iba el flujo eléctrico (el sistema funcionaba por gravedad cuando la energía faltaba).

En la actualidad el pozo produce un caudal de 32 GPM y abastece solamente al Barrio Bello Amanecer el cual está constituido por 335 familias, pero solo 260 están conectada a la red existente. Debido a la caducidad de los elementos del sistema el agua llega a las viviendas con poca presión e intensidad y en lapsos de tiempo cortos entre 1 y 2 horas racionada día de por medio.

Por tanto se visualiza la propuesta de diseño del sistema de agua potable para el Barrio Bello Amanecer y así poder satisfacer las necesidades de la población.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La definición del problema se hizo a partir de la consolidación de los resultados y la construcción de una matriz de grupos de involucrados y el desarrollo de un árbol de problema (causa-efecto). Ver anexo 1 Árbol de problema y anexo 2. Matriz de involucrados.

Se puede definir el problema bajo la siguiente declaración: “Las condiciones de infraestructuras de agua potable y saneamiento son obsoletas e inadecuadas, ya que estas no presentan un buen servicio debido a la sobre conexión e insuficiencia de la fuente de abastecimiento y se manifiesta por la inconformidad por parte de los usuarios”.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

El Barrio Bella Amanecer, presenta condiciones de infraestructura de agua potable muy obsoletas e inadecuadas, ya que estas no facilitan un buen servicio, manifestándose una inconformidad por parte de los usuarios los cuales no reciben de manera adecuada el vital líquido y a esto le agregamos el mal manejo financiero para el mantenimiento y operación del sistema actual, la baja calidad del servicio de agua, el mal estado del sistema, entre otras. Son razones muy importantes que resolver en la cual incorpore técnicas y herramientas con tecnología adecuada de bajo costo y con eficiencia para contribuir a mejorar las condiciones de vida de los pobladores del sector urbano.

La intención del presente trabajo, beneficiará a los pobladores del barrio Bello Amanecer, extendiéndose en la franja rural del municipio de San Carlos, la cual tiene por solución la formulación de un proyecto de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable. Mediante el diseño integral de este sistema y con amplia participación ciudadana en todas las etapas, garantizando de esta manera la sostenibilidad de la inversión y el funcionamiento adecuado, la calidad y continuidad del servicio en un horizonte de 20 años.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo general:

- Diseñar la red de abastecimiento de agua potable en el barrio Bello Amanecer del casco urbano de San Carlos Rio San Juan para un periodo de 15 años (2013-2028).

1.5.2 Objetivos específicos:

- Recopilar información sobre las condiciones de vida de los habitantes y el estado actual de la red de abastecimiento de agua potable.
- Calcular la recarga potencial del acuífero mediante un balance hídrico de suelo.
- Diseñar hidráulicamente la red de abastecimiento (SAAP).
- Determinar los costos y la inversión total del sistema de agua potable del Barrio Bello Amanecer.

1.6 MARCO TEORICO

1.6.1 Diagnóstico.

S.a. (s.f.)¹. Etimológicamente el concepto diagnóstico proviene del griego, tiene dos raíces, día- que es a través de o por, y gignoskein que es conocer, así etimológicamente diagnóstico significa conocer a través de. El concepto de este significado (imagen que representamos en la mente) es la identificación de la naturaleza o esencia de una situación o problema y de la causa posible o probable del mismo, es el análisis de la naturaleza de algo.

1.6.2 Pasos para realizar un diagnóstico

1.- Observación. 2.- Descripción (es necesario un lenguaje). 3.- Clasificación. 4.- Agrupación. 5.- Identificación de relaciones significativas. 6.- Observación crítica de los atributos (características). 7.- Selección de unas prioridades. 8.- Desarrollo de un criterio. 9.- Desarrollo de una taxonomía (para identificar las clasificaciones). 10.- Diagnosticar.

1.6.3 ¿Qué necesitamos para diagnosticar?

Se requiere de habilidades para ser metódico, sistemático y lógico, por lo que vamos a necesitar: conocimientos teóricos, provienen del marco conceptual; capacidad intelectual, proveniente del razonamiento lógico.

Formado por el método científico (método que la ciencia quiere para la resolución de problemas), se necesita: Aptitud para reunir datos, muy influenciada por: la experiencia y la intuición; y utilizamos taxonomía.

Dentro del método científico, el diagnóstico corresponde a la etapa de formulación de hipótesis, conteniendo diferentes niveles de complejidad, necesitamos el método científico para poder diagnosticar.

El método científico consiste en observar los hechos significativos, sentar hipótesis que expliquen satisfactoriamente a estos hechos y deducir de estas hipótesis

¹S.a. (s.f.). Tema I: *Concepto de Diagnóstico*. Recuperado el 18 de mayo de 2013, de http://html.rincondelvago.com/diagnostico_1.html.

consecuencias que puedan ser puestas a prueba por la observación, para adoptar como provisionalmente verdadera la hipótesis establecida. Las etapas de que consta este método son:

Realizar un estudio completo del problema a tratar, implica:

1. Definición lo más concreta y específica posible del problema.
2. Búsqueda y recopilación de información pertinente al problema, tanto en lo referente a datos de interés, como a los conocimientos existentes sobre el (bibliografía).
3. Análisis y explicación de los datos.
4. Formulación de hipótesis o conclusiones probables.
5. Contrastación de las hipótesis, la repetición de experiencias deducidas de las hipótesis con resultados positivos avalarán el grado de certeza de las hipótesis.
6. Búsqueda de leyes, principios, generalizaciones, lemas, teoremas.
7. Elaboración de la teoría a la vista de las hipótesis enunciadas.

1.6.4 Funciones del diagnóstico

Se puede decir que el diagnóstico presenta tres funciones en relación a: el campo actuación; con la metodología; y con la profesión.

Funciones del diagnóstico en relación con el campo de actuación:

- Marca la dirección específica para la actuación.
- Delimita la actuación.
- Proporciona el objetivo.

Funciones del diagnóstico en relación con la metodología.

- Acelera la comunicación.
- Es el instrumento de un método racional y lógico.
- Evita la repetición del trabajo.
-

Funciones del diagnóstico en relación con la profesión.

- Caracteriza a cada profesión.
- Proporciona orden y clasificación.
- Es una estructura que facilita la investigación.
- Supone una base común para la expansión de conocimientos.
- Promueve la estima profesional (si te quitan el piso, se lo cuentas a todo el mundo y a un abogado que te lo resuelve, aumenta la estima hacia la sociedad).

1.6.5 Herramientas de diagnósticos

Para el diagnóstico del presente trabajo, se requirió de instrumentos como la encuesta, el cuestionarios entre otros para determinar la situación económica y social, así como cultural de la zona; elaborándose materiales y herramientas de diagnóstico de interés para el levantamiento de datos. Ver anexo 5.

1.6.6 Agua y saneamiento

En esta sección, se desarrolló una guía metodológica para el diseño de un sistema de agua potable y obras básicas de saneamiento rural para lo cual se describe lo siguiente:

1.6.7 Guía para el diseño

Según Muñoz, R. M. (s.f.)². “Establece que la guía para el diseño de los sistemas de agua potable debe considerar tecnologías simples, adaptadas a las necesidades de la localidad, y especial atención debe darse a la facilidad de operación y mantenimiento. En lo posible debe utilizarse los diseños tipo elaborados por las normas³ de diseño”.

Muñoz, R. M. (s.f.). *Guías para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos para localidades del área rural*. p. 2. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1998). *Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua: INAA.

Las normas referentes al diseño de abastecimiento de agua están elaboradas para ser aplicadas específicamente a proyectos del medio rural; mientras que las normas referida al saneamiento básico rural, además podrá ser aplicado a aquellos proyectos del medio urbano donde no exista alcantarillado sanitario, y la metodología a seguir esta expresada de manera sintetizadas a continuación.

Contenido de la guía para el diseño de sistemas de agua potable y obras de saneamiento básico rural:

- 1. Etapas de un proyecto**
 - 1.1. Actividades del estudio preliminar
 - 1.2. Proyecto definitivo
 - 2. Base de diseño**
 - 2.1. Periodo de diseño
 - 2.2. Población de diseño
 - 2.3. Selección del nivel de servicio
 - 3. Sistema de abastecimiento de agua potable**
 - 3.1. Selección de la fuente de abastecimiento
 - 3.2. Diseño de captaciones
 - 3.2.1. Pozos someros
 - 3.2.2. Pozos profundos
 - 3.2.3. Captaciones de fuentes superficiales
 - 3.2.4. Captaciones de aguas subterráneas
 - 3.2.5. Captaciones de vertientes
 - 3.2.6. Captaciones mediante galerías de infiltración o con sistema de drenaje
 - 3.3. Diseño de conducciones
 - 3.4. Diseño de sistema de tratamiento
 - 3.5. Diseño del almacenamiento
 - 3.6. Diseño de la distribución de agua potable
- Sistemas de disposición de excretas y residuos líquidos
- 3.7. Sistemas de disposición de excretas
 - 3.8. Sistemas de disposición de residuos líquidos

- 3.8.1. Información básica
- 3.8.2. Criterios de diseño de la red
- 3.8.3. Sistema de alcantarillado sanitario no convencionales
- 3.8.4. Sistema de tratamiento

La guía metodológica descrita, está basado bajo experiencia obtenida por los diferentes organismos que han venido impulsando los proyectos de agua potable y saneamiento rural en las diferentes zonas rurales del país, se han incluidos los criterios más relevantes de diseño para que sirvan de guía a los diseñadores de dichos proyecto; lo que queda por mejorar, quitar, añadir o realizarle cualquier cambio a la guía está sujeto a la diferencias situacionales de las localidades como: factores culturales, económicos y sociales.

Queda a criterio del autor del presente trabajo la evaluación y adaptación utilizando la guía metodológica descrita, para pequeñas comunidades rurales y urbanas del país, y específicamente en el municipio de san Carlos (Barrio Bello Amanecer).

1.6.8 Conceptos y definiciones

Periodo de diseño: se considera como la vida útil de cada uno de los componentes del sistema.

Población de diseño: es el parámetro básico para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

Sistema de abastecimiento de agua potable: es el conjunto de elementos sistemas hidráulicos que se ocupa para transportar y distribuir el agua a los usuarios.

Levantamiento topográfico: Se denomina levantamiento al conjunto de operaciones necesarias para representar topográficamente un terreno.

Aunque en general todo levantamiento se hace con precisiones ya establecidas, hay ocasiones en que, por la índole del trabajo, puede aligerarse este aun cuando lleguen a cometerse errores sensibles en el plano, e incluso, a veces, basta un ligero bosquejo, con rápidas medidas, constituyendo un croquis.

De aquí la clasificación de levantamientos regulares e irregulares, en los primeros se utilizan instrumentos, más o menos precisos, que con fundamento científico permiten obtener una representación del terreno de exactitud variable, pero, de tal naturaleza, que se compute siempre como de igual precisión en cualquier punto de la zona levantada. La exactitud de los levantamientos regulares depende, desde luego, de la habilidad del operador, pero es debida, principalmente, a la precisión de los instrumentos empleados. Es importante mencionar que la topografía empleada en el presente trabajo la realizó la alcaldía municipal, quienes nos facilitaron los planos.

1.6.9 Balance de suelos.

La necesidad de conocer el potencial de aguas subterráneas para ser explotadas mediante pozos, conlleva a estimar la recarga de los acuíferos en proyectos de evaluación de las aguas subterráneas, lo que ha hecho que se realicen estudios tendientes a establecer dicha recarga con base en la distribución de precipitación y coeficientes de infiltración en los suelos del país.

Para evaluar la infiltración de lluvia que penetra al suelo en una zona, se determinan: la precipitación mensual de la zona, los diferentes valores de infiltración básica de los suelos, la cobertura vegetal del suelo y su pendiente. Determinados los valores anteriormente mencionados, se puede evaluar la infiltración mediante la ecuación presentada por Schosinsky & Losilla⁴, (2000).

Conocida la infiltración, se puede realizar un balance de suelos para estimar el agua que queda libre para recargar el acuífero que se encuentra debajo del suelo analizado. Para poder realizar el balance, se determinan: la infiltración de lluvia que penetra al suelo, la cobertura vegetal del suelo, la profundidad de las raíces extractoras del agua, la capacidad de campo, el punto de marchitez del suelo, la evapotranspiración potencial y la humedad del suelo al inicio del análisis.

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo, y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

El potencial de las aguas subterráneas de un acuífero, representa la máxima cantidad de agua a sustraer del acuífero, para que no sea sobreexplotado. Dicho potencial se estima mediante la recarga al acuífero, que se determina conociendo en primer lugar, la fracción de lluvia que es interceptada por el follaje. En segundo

⁴ *cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos*
Gunther Schosinsky N.

lugar, se requiere conocer la infiltración del agua de lluvia hacia el suelo, generada por la precipitación que llega a su superficie. En tercer lugar, se debe realizar un balance de suelos, que nos permita estimar el agua que drena del suelo hacia el acuífero, que se encuentra ubicado debajo del suelo.

Lluvias menores de 5 mm mensuales, no van a generar infiltración ya que se considera que en un mes con lluvia, al menos 5mm son retenidos por el follaje sin llegar al suelo (Schosinsky & Losilla, 2000). Además, se considera que la retención de la lluvia en follajes, es del 12% (Butler, 1957) de la precipitación mensual. Sin embargo, en bosques muy densos, la retención de la lluvia se considera en un 20% (Linsley et al., 1958). Definiremos como coeficiente de follaje (Cfo) el porcentaje de la lluvia mensual que es retenida en el follaje, expresado en tanto por uno. Para el 12% de retención $Cfo = 0,12$. Para el 20% de retención $Cfo = 0,20$.

Para calcular la retención de lluvia mensual interceptada por el follaje (Ret), se aplicará la siguiente ecuación:

Ecuación para el cálculo de la retención mensual de lluvia por follaje. (1)

Si P es menor o igual a 5 mm/mes, $Ret = P$.

Si el producto $(P)(Cfo)$ es mayor o igual de 5 mm/mes, $Ret = (P)(Cfo)$.

Si P es mayor de 5mm/mes y el producto $(P)(Cfo)$ menor de 5, $Ret = 5$.

Donde:

P = Precipitación mensual del mes [mm/mes].

Ret = Retención de lluvia en el follaje [mm/mes].

Cfo = Coeficiente de retención del follaje, para bosques muy densos $Cfo = 0,20$, otros $Cfo = 0,12$ [adimensional].

Infiltración

Uno de los factores que más influyen en la infiltración de la lluvia en el suelo, es el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo (K_{fc}), que está dado tentativamente por la siguiente ecuación (Schosinsky & Losilla⁵, 2000):

$$K_{fc} = 0,267\ln(fc) - 0,000154fc - 0,723 \quad (2)$$

Donde:

K_{fc} [adimensional] = Coeficiente de infiltración (fracción que infiltra por textura del suelo);

fc [mm/día] = Infiltración básica del suelo.

Para aplicar esta ecuación, el rango de fc ha de encontrarse entre 16 a 1568 mm/día.

Para valores de fc menores a 16 mm/día, $K_{fc} = 0,0148fc/16$.

Para valores de fc mayor a 1568 mm/día, $K_{fc} = 1$.

Con las observaciones mencionadas en el párrafo anterior, el cálculo del coeficiente de infiltración por textura del suelo, se representa en la siguiente ecuación:

Ecuación para calcular el coeficiente de infiltración por textura de suelo (K_{fc}).

Si fc se encuentra entre 16 y 1568 mm/día

$$K_{fc} = 0,267\ln(fc) - 0,000154fc - 0,723$$

Si fc es menor a 16 mm/día $K_{fc} = 0,0148fc/16 \quad (3)$

Si fc es mayor de 1568 mm/día $K_{fc} = 1$

El valor de fc corresponde a la permeabilidad del suelo saturado, en los primeros 30 centímetros de profundidad, por considerar que este es el espesor que está en contacto directo con el agua de lluvia. Dicho valor se obtiene en el campo, con la prueba de anillos aplicada en la superficie del terreno. También se puede obtener

⁵ SCHOSINSKY, G. & LOSILLA, M., 2000: Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual.- *Rev. Geol. Amér. Central*, 23: 43-55.

con el permeámetro de Guelph o con la prueba de Porchet, ambas aplicadas a una profundidad no mayor de 30 cm. Sin embargo, pueden existir diferencias entre los métodos utilizados.

El valor de K_{fc} , fue derivado para los valores de lluvia mensual. Por lo tanto, la fracción que infiltra debido a la textura del suelo, nos permite obtener la infiltración mensual debido a este concepto. Además del coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo, influye la pendiente del terreno y la vegetación. Estos coeficientes, vienen a conformar el coeficiente de infiltración del suelo (C_i), basado en la siguiente ecuación (ONU, 1972):

Ecuación para el cálculo del coeficiente de infiltración del suelo:

Si $K_p + K_v + K_{fc}$ es mayor de 1, $C_i = 1$.

Si $K_p + K_v + K_{fc}$ es menor o igual a 1, entonces $C_i = K_p + K_v + K_{fc}$. (4)

Donde:

C_i = Coeficiente de infiltración [adimensional].

K_p = Fracción que infiltra por efecto de pendiente [adimensional] (Tabla 2).

K_v = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal [adimensional] (Tabla 1).

K_{fc} = Fracción que infiltra por textura del suelo [adimensional] (ecuación 2).

El coeficiente de infiltración es el factor por el cual hay que multiplicar la precipitación mensual para obtener el agua que se infiltra mensualmente hacia el suelo. En una zona dada, entre menor sea la pendiente del terreno y mayor sea su cobertura vegetal, la velocidad de escurrimiento se retrasa, generando una mayor infiltración. Los valores sugeridos de estos componentes, que conforman el coeficiente de infiltración, se muestran en la Tablas 1 y 2.

Uso del suelo	Coefficiente Kv
Bosques de coníferas	0.2
bosque Mixto	0.2
Café	0.19
Granos Básico	0.1
Mosaicos de cultivos y pastos	0.1
Pastos naturales	0.1
Vegetación Arbustera Baja	0.2
Tejido Urbano Discontinuo	0.1

Tabla 1: Tabla de Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal.
Fuente: Schosinsky 2000.

Rangos de Pendientes (%)	Coefficiente Kp
0-15	0.27
15-30	0.1
Mayores de 30	0.04

Tabla 2: Tabla de Fracción que infiltra por efecto de la pendiente.
Fuente: Gunther Schosinsky. 2001

Cálculo de infiltración pluvial mensual

En el cálculo de la precipitación que infiltra mensualmente, se han de considerar los siguientes factores: la precipitación mensual, la retención pluvial mensual en el follaje y el coeficiente de infiltración.

El cálculo de la precipitación que infiltra mensualmente (P_i) al suelo, está dado por la siguiente ecuación:

$$P_i = (C_i)(P - Ret) \quad (5)$$

Donde:

P_i = Precipitación que infiltra mensualmente al suelo en [mm/mes].

C_i = Coeficiente de infiltración [adimensional].

P = Precipitación mensual en [mm/mes] (dato meteorológico).

Ret = Retención de lluvia mensual por follaje en [mm/mes] (ecuación 1).

Escurrimiento superficial

La escurrimiento superficial generada por la lluvia mensual, corresponde a la precipitación mensual menos la retención de lluvia en el follaje menos la infiltración. La escurrimiento mensual se calcula con la siguiente ecuación:

$$ESC = P - Ret - P_i \quad (6)$$

Dónde:

ESC = Escorrentía superficial en mm/mes.

P = Precipitación en mm/mes (dato meteorológico).

Ret = Retención de lluvia mensual por follaje en mm/mes.

P_i = Precipitación que infiltra mensualmente al suelo en mm/mes.

Balance del suelo

Para el balance del suelo, en primera instancia se requiere la infiltración mensual al suelo, generada por la lluvia. Dicho cálculo se obtiene de acuerdo con el apartado de "Infiltración" descrito anteriormente. Posteriormente, es necesario conocer la capacidad de campo y punto de marchitez del suelo. Estos valores, se obtienen directamente del laboratorio de suelos o se estiman mediante valores predeterminados. También es necesario conocer la profundidad aproximada de las raíces extractoras de agua, en la zona donde se ha de realizar el balance. O sea, el balance se realizará en un prisma rectangular, que tiene en la cara superior un cuadrado de 1 metro de lado y de profundidad, la de las raíces, con capacidad de absorción del agua en el suelo.

TEXTURA DEL SUELO	porcentaje por peso de suelo seco		
	PMP%	CC%	Densidad aparente (g/cm ³)
Arenoso	2-6	6-12	1,55-1,80
Franco-arenoso	4-8	10-18	1,40-1,60
Franco	8-12	18-26	1,35-1,50
Franco-arcilloso	11-15	23-31	1,30-1,40
Arcillo-arenoso	13-17	27-31	1,25-1,35
Arcilloso	15-19	31-39	1,20-1,30

Tabla 3:Tabla de Punto de marchitez permanente y capacidad de campo en porcentaje por peso de suelo seco de diferentes texturas de suelos. Fuente: Grassyi 1976.

PROFUNDIDAD DE RAÍCES	
Cultivo	Metros
Alfalfa (pastos)	1-2
Algodón	1-1,7
Banano	0,5-0,8
Caña de azúcar	1,20-2
Frijol	0,5-0,7
Cebolla	0,3-0,5
Cítricos	1,20-2,0
Zacate	0,3-0,5
Bosques	2,0-3,0

Tabla 4: Profundidad de raíces de diferentes cultivos.
Fuente: Grassyi 1976.

La forma natural de extracción de agua del suelo es mediante la transpiración de las plantas. Dicha extracción se realiza mediante las raíces; por lo tanto, la extracción de agua se realizará en una franja de suelo que tiene una profundidad igual a la mostrada en la Tabla 4.

La máxima humedad que puede tener un suelo que no se encuentre saturado, es igual a la capacidad de campo, es entonces cuando la planta tiene la máxima capacidad de transpiración. La mínima humedad que puede tener un suelo es aproximadamente igual al punto de marchitez, pues con humedades menores la planta muere. De lo anterior se deduce que un suelo, no saturado, a profundidades mayores que la profundidad de raíces se encuentra a capacidad de campo.

Evapotranspiración

La evapotranspiración en una zona de cultivo se define como la transpiración de la planta, cuando el suelo se encuentra a capacidad de campo, más la evaporación del suelo. La mayor capacidad de evapotranspiración de un cultivo es cuando el suelo se encuentra a capacidad de campo. Sin embargo, cuando la humedad del suelo es menor que la capacidad de campo, las hojas de las plantas van cerrando los estomas, con el propósito de transpirar menos y así economizar el agua.

En una cuenca o en una zona arbitraria de la cuenca, es casi imposible determinar la evapotranspiración de la vegetación, debido a la gran variedad de vegetación y grado de desarrollo de las plantas existentes en una cuenca o en una zona de la misma. Por este motivo, es conveniente asumir una evapotranspiración, que se estime como promedio de la cuenca. Esta evapotranspiración promedio de la cuenca, la asumiremos que es igual la evapotranspiración potencial (ETP).

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial, existen una serie de ecuaciones, algunas de ellas requieren una serie de datos, que pocas estaciones meteorológicas los tienen. Por este motivo, se utilizará la ecuación de Blaney & Criddle (ONU⁶, 1972):

$$\text{ETP (mm/mes)} = (8,10 + 0,46T) P_s \quad (7)$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en [mm/mes]

T = Temperatura media mensual en [grados centígrados] (dato meteorológico)

P_s = Porcentaje de horas de luz solar mensual, con respecto al año [%] (anexo 15)

Existen tablas que tienen los porcentajes de luz solar para las diferentes latitudes, tanto del hemisferio norte como del sur.

Recarga al acuífero

Para ser consistente con las unidades de los parámetros que se utilizaran en adelante, tal como capacidad de campo, punto de marchitez, humedad del suelo, precipitación y evapotranspiración se utilizarán unidades en milímetros.

Para poder convertir la humedad del suelo, punto de marchitez y capacidad de campo a milímetros, los pasaremos de porcentaje por peso de suelo seco, tal como aparecen en tablas o laboratorio de suelos, a porcentaje por volumen mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ por volumen} = (\% \text{ por peso de suelo seco}) (\text{Densidad aparente}) \quad (8)$$

⁶ *Manual de instrucciones, estudios hidrológicos.- 540 págs. ONU Publ. N° 70, San José, Costa Rica (Blaney y Criddle).*

Cuando ocurre la precipitación, el agua que infiltra se acumula en los poros del suelo, para llevarlo a capacidad de campo, que es la máxima acumulación de agua que puede tener un suelo no saturado. Posteriormente, una vez terminado el aguacero, se lleva a cabo la evapotranspiración, tomando las raíces el agua que se encuentra en los poros del suelo. Si la cantidad de infiltración de la lluvia es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y llenar la necesidad de evapotranspiración, el sobrante del agua que infiltra, percola para recargar al acuífero.

Al iniciar un mes cualquiera, el suelo tendrá una humedad inicial (HSi). Si no existiese evapotranspiración, la precipitación que infiltra (Pi) vendría a aumentar la humedad en el suelo, permitiendo una mayor evapotranspiración. Si no consideramos la evapotranspiración, el coeficiente de humedad, al final del mes, sería (C1):

$$C1 = (HSi - PM + Pi) / (CC-PM) \quad (9)$$

Dónde:

C1 = Coeficiente de humedad al final del mes antes de que ocurra la evapotranspiración.

Hsi = Humedad al inicio del mes, humedad de suelo inicial en [mm].

PM = Punto de marchitez en [mm].

Pi = Precipitación que infiltra en [mm/mes].

CC = Capacidad de campo en [mm].

Si consideramos que ocurre la evapotranspiración, una vez ocurrida la infiltración, el coeficiente de humedad, al final del mes sería:

$$C2 = (HSi - PM + Pi - ETR1) / (CC-PM) \quad (10)$$

$$ETR1 = (C1) (ETP)$$

Dónde:

C2 = Coeficiente de humedad al final del mes, después de que ocurra la evapotranspiración.

ETR1 = Evapotranspiración potencial real [mm/ mes], considera la humedad correspondiente al coeficiente C1.

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/mes].

El valor de C1 corresponde al coeficiente de humedad máximo, ya que considera la humedad del suelo al inicio del mes, más la infiltración de la lluvia, sin ocurrir la evapotranspiración. El valor de C2, corresponde al coeficiente de humedad mínimo, ya que está calculado considerando la humedad del suelo anterior, restándole la evapotranspiración mensual, estimada con el coeficiente de humedad máximo, C1. Por lo tanto, el coeficiente C2 se aproxima al coeficiente de humedad al final del mes.

Como la infiltración y la evapotranspiración ocurre durante el mes, se estima que el coeficiente de humedad del mes corresponde al promedio de C1 y C2; o sea, $(C1+C2)/2$; esto quiere decir que la evapotranspiración potencial real ocurrida en un mes dado es:

$$ETPR \text{ (mm/mes)} = ((C1+C2)/2) \text{ ETP} \quad (11)$$

Dónde:

ETPR= Evapotranspiración real tentativa promedio, en una zona, ocurrida durante el mes [mm/mes]

C1 = Coeficiente de humedad máximo, sin considerar la evapotranspiración.

C2 = Coeficiente de humedad mínimo considerando evapotranspiración calculada con C1.

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/mes].

Ninguno de los coeficientes de humedad, C1 y C2, pueden ser superiores a 1, ni menores a 0. En caso que C1 o C2, sea mayor de 1, se tomará igual a 1. Si C1 o C2 son negativos se tomarán con valor de 0.

Definiremos como humedad disponible (HD), aquella humedad que pueden tomar las raíces de las plantas, para poder evapotranspirar. La humedad disponible está dada por la siguiente ecuación:

$$HD \text{ (mm/mes)} = H_{Si} + P_i - PM \quad (12)$$

Dónde:

HD = Humedad disponible [mm/mes].

H_{si} = Humedad de suelo inicial (al inicio del mes) [mm].

P_i = Precipitación que infiltra [mm/mes].

PM = Punto de marchitez [mm].

Si la humedad disponible es menor que la ETPR, la planta no podrá evapotranspirar dicha cantidad, sino que evapotranspirará únicamente la humedad disponible, debido a que no hay suficiente humedad para evapotranspirar la cantidad de agua que se calcule. Sin embargo, si la humedad disponible (HD) es mayor que la cantidad de agua calculada, la planta evapotranspirará la cantidad expresada en dicha ecuación. Por lo tanto la evapotranspiración real será:

Si $((C1+C2)/2)$ ETP es menor o igual a HD,

$$ETR \text{ (mm/mes)} = ((C1+C2)/2) \text{ ETP} \quad (13)$$

Si $((C1+C2)/2)$ ETP es mayor que HD,

$$ETR \text{ (mm/mes)} = HD$$

Dónde:

ETR = Evapotranspiración real promedio de la zona, ocurrida durante el mes [mm/mes].

C1 = Coeficiente de humedad máximo, sin considerar la evapotranspiración [adimensional].

C2 = Coeficiente de humedad mínimo considerando evapotranspiración calculada con C1, [adimensional].

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/ mes].

HD = Humedad disponible [mm/mes]

Para poder realizar el cálculo de la recarga del acuífero, se requiere conocer la humedad del suelo al final del mes, humedad de suelo final (HSf), la cual no puede ser mayor que la capacidad de campo y se obtiene con la siguiente ecuación:

Ecuación para el cálculo de HSf (14)

Si $(HD + PM - ETR)$ es menor que la capacidad de campo, $HSf = HD + PM - ETR$

Si $(HD + PM - ETR)$ es mayor o igual que la capacidad de campo, $HSf = CC$

La HSf en ningún momento puede ser mayor a la CC.

Dónde:

HSf = Humedad del suelo final (final de mes) [mm].

HD = Humedad disponible [mm/mes].

PM = Punto de marchitez [mm].

ETR= Evapotranspiración real [mm/mes].

CC = Capacidad de campo [mm].

Cálculo de recarga potencial al acuífero

La recarga al acuífero se lleva a cabo, si la cantidad de agua que infiltra es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y además satisfacer la evapotranspiración de las plantas. El agua sobrante, una vez satisfecha la capacidad de campo y la evapotranspiración, es la que recarga al acuífero, la que se calcula con la siguiente ecuación.

$R_p = P_i + H_{Si} - H_{Sf} - ETR$ (15)

Dónde:

R_p = Recarga potencial mensual en mm/mes.

P_i = Precipitación que infiltra en mm/mes.

H_{Sf} = Humedad del suelo al final del mes en mm.

ETR = Evapotranspiración real en mm/mes.

Existen otros términos de interés que pueden ser calculados, los que se describirán a continuación.

El déficit de capacidad de campo (DCC), es la humedad en mm que falta, para que la humedad del suelo, alcance la capacidad de campo. Este déficit se refiere al final del mes.

$$DCC = CC - HS_f \quad (16)$$

Dónde:

DCC = Déficit de capacidad de campo, al final del mes [mm].

CC = Capacidad de campo en [mm].

HS_f = Humedad del suelo al final del mes [mm].

1.6.9.1 Aportaciones

Es el volumen total de agua de una cuenca en un tiempo determinado, las unidades empleadas son:

1. m³ / mes
2. m³ / año
3. Hm³ / mes
4. Hm³ / año

Se puede pasar fácilmente de caudales a aportaciones⁷ o viceversa, sin más que tener en cuenta que:

$$1 \text{ día} = 24 \text{ horas} = 24 \times 60 \times 60 = 86,400 \text{ s}$$

$$1 \text{ mes (31 días)} = 2,678,000 \text{ s} = 2.7 \times 10^6 \text{ s}$$

$$1 \text{ mes (30 días)} = 2,592,000 \text{ s} = 2.6 \times 10^6 \text{ s}$$

$$1 \text{ mes (29 días)} = 2,505,000 \text{ s} = 2.5 \times 10^6 \text{ s}$$

$$1 \text{ mes (28 días)} = 2,419,000 \text{ s} = 2.4 \times 10^6 \text{ s}$$

$$1 \text{ año (365 días)} = 31,536,000 \text{ s} = 31.5 \times 10^6 \text{ s}$$

⁷ *Apuntes de hidrología, Dr. Victor Rogelio Tirado Picado. .*

El caudal es igual al volumen dividido por el tiempo, luego:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{A(\text{Hm}^3)}{\text{año}} = \frac{A(10E6 \text{ m}^3)}{31.5 \times 10E6 \text{ S}} = \frac{A}{31.5} \text{ m}^3/\text{s} \quad (17)$$

O bien:

$$V = Qt = A = Q (\text{m}^3/\text{s}) \times \text{año} = Q \times 10^{-6} \text{ Hm}^3/\text{s} \times 31.5 \times 10^6 \text{ s} = 31.5 Q (\text{Hm}^3) \quad (18)$$

Vemos pues que para pasar de caudales a aportaciones basta multiplicar por los segundos del tiempo y para pasar de aportaciones a caudales, dividir por los Segundos del tiempo.

1.6.9.2 Aportación específica

Se define como la precipitación que escurre por unidad de superficie de cuenca o bien es la aportación por unidad de superficie de cuenca y se da en mm.

$$a (\text{mm}) = \frac{A(\text{Hm}^3)}{s (\text{km}^2)} \times 10^3 \quad (19)$$

Esta metodología solo fue utilizada para la conversión de los caudales extraídos de los pozos los cuales están en litros por segundo a alturas de agua (mm), para comparación con la recarga potencia (balance hídrico de suelo).

1.6.10 DISEÑO HIDRAULICO

1.6.10.1 Proyección de la población

Según las Normas técnicas de INAA. (1999)⁸. 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 pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963 y 1995, INEC⁹, EL MINS¹⁰ y encuestas. Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad (20)$$

Donde:

P_n = Población del año "n"

P_o = Población al inicio del período de diseño

r = 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

⁸ Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1998). *Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua: INAA.

⁹ Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo. (INEC). (2010).

¹⁰ Ministerio de la Salud. (MINS). (2010)

particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

1.6.10.2 Dotación de agua

1.6.10.2.1 Para las ciudades del resto del país

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de, tabla 2:

- 1- Nivel de Servicio adoptado
- 2- Factores geográficos
- 3- Factores culturales
- 4- Uso del agua.

Rango de población	Dotación	
	gl/hab/día	lt/hab/día
0 - 5.000	20	75
5.000 - 10.000	25	95
10.000 - 15.000	30	113
15.000 - 20.000	35	132
20.000 - 30.000	40	151
30.000 - 50.000	45	170
50.000- 100.000 y más	50	189

Tabla 5: Dotación de agua, según población de diseño.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2001). Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. Managua, Nicaragua: INAA.

1.6.10.3 Consumo comercial, industrial y público

1.6.10.3.1 Para las ciudades y localidades resto del país

Se usarán los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria tabla 3, en los casos especiales se examinará en forma detallada.

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o Institucional	7
Industrial	2

Tabla 6: Consumo comercial, público e industrial.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2001). Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. Managua, Nicaragua: INAA.

1.6.10.4 Agua para incendio

La cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible para combatir la eventualidad del incendio, estará adecuada a la capacidad del sistema y al rango de la población proyectada. Tabla 4.

Rango de Población		Caudales		Caudales por toma
De	A	Gpm	Gpm	gpm (lt)
0	5000	No se considera		
5000	10000	80 (5)	200 (13)	1 toma de 150 (9)
10000	15000	200 (13)	550 (35)	1 toma de 250 (16)
15000	20000	350 (22)	550 (35)	2 tomas de 250 c/u (16)
20000	30000	550 (35)	1000 (63)	3 tomas de 250 c/u (16)
30000	50000	1000 (63)	1500 (95)	2 tomas de 500 c/u (31)
50000	100000 y más	1500 y más (95)		3 tomas de 500 c/u (31) de acuerdo a la importancia del lugar.

Tabla 7: Caudales contra incendio.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2001). Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua. Managua, Nicaragua: INAA.

Cuando en las localidades consideradas existan o estén en proyectos la instalación de: industrias, fábricas, centros comerciales, etc, a estos se les deberá diseñar su propio sistema de protección contra incendios, contando cada uno de ellos con: tanques de almacenamiento, equipos de bombeo, redes internas de protección, etc. Independientes al sistema de distribución de agua potable de la ciudad.

1.6.10.5 Factores de Máximas Demandas

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demanda promedio diario de la manera siguiente:

Demanda del máximo día: Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.

Demanda de la hora máxima: Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

1.6.10.6 Pérdidas en el sistema

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20%.

1.6.10.7 Conexiones Domiciliarias

Son tomas de agua que se aplica en el sector urbano, 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 comparada 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.).

1.6.10.8 Parámetro de diseño

1.6.10.8.1 Período de diseño

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

- Determinar que 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 diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable. Tabla 5.

Tipos de Componentes	Periodo de diseño
<i>Pozos excavados</i>	<i>10 años</i>
<i>Pozos perforados</i>	<i>15 años</i>
<i>Capacitación superficiales y manantiales</i>	<i>20 años</i>
<i>Desarenador</i>	<i>20 años</i>
<i>Filtro lento</i>	<i>20 años</i>
<i>Línea de conducción</i>	<i>15 años</i>
<i>Tanque de almacenamiento</i>	<i>20 años</i>
<i>Red de distribución</i>	<i>15 años</i>

Tabla 8: Periodo de diseño según tipos de componentes.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1998). *Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua: INAA.

1.6.10.9 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) (21)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario) (22)

1.6.10.10 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: 12.0 metros

Presión Máxima: 70.0 metros

1.6.10.11 Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (HoGo)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (HoFo)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Tabla 9: Valores del Coeficiente de Rugosidad (C) para diferentes tipos de material.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1998). *Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua: INAA.

1.6.10.12 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

1.6.10.13 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.

1.6.10.14 Línea de conducción y red de distribución

1.6.10.14.1 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.

1.6.10.14.1.1 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.

1.6.10.14.1.2 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 ($C MD = 1.5 CPD$).
- 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 tanquillas rompe presión donde sea necesario.

1.6.10.14.2 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.

1.6.10.14.3 Hidráulica del Acueducto

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.

1.6.10.14.3.1 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.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad (23)$$

Donde:

H = Pérdida de carga en metros

L = Longitud en metros

S = Pérdida de carga en m/m

Q = Gasto en m^3/s

D = Diámetro en metros

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

1.6.10.14.3.2 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. Aplicando la fórmula siguiente:

$$H = \left[\frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L \quad (24)$$

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

1.6.10.15 Almacenamiento

1.6.10.15.1 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.

1.6.10.15.2 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.

1.6.10.15.3 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.

1.6.10.15.4 Tanque sobre el suelo.

Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes: Cuando la topografía del terreno lo permita y asegurando las presiones adecuadas en todos los puntos de la red. Estos tanques podrán ser de mampostería, Concreto simple o armado o de acero.

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 (bypass), 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.

1.6.10.15.5 Dimensionamiento del tanque superficial.

Luego de haber obtenido el volumen total del tanque se debe hacer un predimensionamiento, el cual depende de consideraciones de tipo económico:

- A mayor profundidad, mayor será el costo de los muros perimetrales y menor será el costo de las placas de fondo y de cubierta.
- A menor profundidad, mayor será el costo de las placas de cubierta y fondo y menor será el costo de los muros perimetrales.

Como guía de predimensionamiento, se puede emplear la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{Vol}{3} + k \quad (25)$$

$$A = \sqrt{\frac{Vol}{h}} \quad (26)$$

Donde: h = Profundidad
 \forall = Volumen del tanque
 A = Área transversal
 K = Coeficiente en ciento de metros cubitos

\forall (Cientos de m ³)	k
<3	2.0
3-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
>17	0.7

Tabla 10: Valores de k constante de capacidad de almacenamiento.

Fuente: Baltodano, J., A. (2003). Folleto de abastecimiento de agua del curso explotación y administración de recursos hídricos elaborado. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de la Construcción UNI-RUPAP.

1.6.11 Determinación de costos

La puesta en marcha de una guía de costo adaptada a los requerimientos, son los resultados de esfuerzos que ha venido abonando la institución Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). Pone a la disposición del público en general, empresas, organismos o personas que se dedican a las diferentes ramas de la inversión y en especial a la actividad de la construcción, una guía de costos.

De tal manera que, si ya existe una metodología de cuantificación de las inversiones, solo habrá que validarla poniéndolo en ejecución, y adaptándolo a los requerimientos necesarios del municipio de San Carlos. Para ello se definieron algunos conceptos y definiciones que se usaron:

- Costo de transporte: Son los costos directos presentados en el catálogo, no incluyen ningún tipo de transporte, por lo que se debe de estimar el monto por transportar los distintos materiales y/o equipos al sitio del proyecto.
- Costos indirectos, administración, imprevistos y utilidad: Es la estimación de los precios de venta, se debe hacer el correspondiente cálculo de los costos indirectos, costos por administración, márgenes de utilidad e imprevistos a fin de determinar el factor de sobrecostos a aplicarse a los costos directos del proyecto.
- Impuestos: Son los costos contenidos en la guía¹¹ no contemplan ningún tipo de impuesto gravado por las leyes de Nicaragua (a excepción de los costos de internación en los materiales importados), ya que estos son costos directos.

1.6.11.1 Aspectos importantes a ser tomados en consideración para la elaboración del presupuesto del proyecto.

- a) Los precios definitivos y reales son específicos para el proyecto.
- b) Los costos reflejados en este proyecto se encuentran a nivel de costos directos, con referencia a la Ciudad de Managua, y se deben considerar como costos directos estimados.

¹¹ Ídem 5

1.6.11.2 Variables que se deben considerar para trasladar a precios de ventas.

Conforme la práctica del sector construcción, se deben considerar al momento de preparar los costos del proyecto, todas las variables que afectan su ejecución, entre ellas podemos mencionar las siguientes.

- Ubicación geográfica del proyecto.
- Condiciones climáticas.
- Tipo y condiciones de acceso hasta el sitio del proyecto.
- Distancia de los principales centros de distribución de materiales.
- Disponibilidad de mano de obra calificada en la zona del proyecto.
- Dimensión del proyecto.
- Capacidad técnica y financiera del ejecutor.
- Estrategia técnica y financiera a utilizar.
- Riesgos asumidos con sus diferentes variables.
- Condiciones específicas y contractuales del proyecto.

1.6.11.3 Costos de transporte

La metodología a utilizar es la de usar un factor, el cual es específico para el proyecto, donde se consideran las variables que intervienen en el costo de transporte y que son las siguientes: Distancia, tiempo, el volumen a transportar y el grado de dificultad para el acceso al sitio del proyecto.

1.6.11.4 Costos indirectos, administrativos, imprevistos y utilidad

En la estimación de los precios de venta, se debe hacer el correspondiente cálculo de los costos indirectos, costos por administración, márgenes de utilidad e imprevistos a fin de determinar el factor sobrecosto a placarse a los costos directos del proyecto.

1.6.11.5 Impuestos

Los costos contenidos en el proyecto no contemplan ningún tipo de impuesto gravado por las leyes de Nicaragua (a excepción de los costos de internación en los materiales importados), ya que estos son costos directos.

1.6.11.6 Resguardo de estructura de costos unitarios

Las estructuras de costos, así como las cantidades de cada costo unitario, por ser un trabajo propio del consultor, constituyen un derecho reservado y no están a la disposición del público en general.

1.7 DISEÑO METODOLOGICO

1.7.1 Tipo de Investigación.

Para Gómez, M., M. (2006)¹². “El presente trabajo de investigación tiene un diseño no experimental transaccional o transversal, ya que en él se recolectaran datos en un solo momento, en un tiempo único, en el cual solo se describirán las variables y analizara su incidencia e interrelación en un momento dado”.

1.7.2 Tiempo de ejecución.

La investigación se desarrolló en un periodo de cuatro meses distribuidos de la siguiente manera: recopilación de información dos semanas, diseño hidráulico cuatro semanas, confección de planos dos semanas, presupuesto dos semanas, revisión del documento una semana, la cual se inició el 7 de enero del 2013.

1.7.3 Universo.

El universo para la realización del presente trabajo investigativo fueron los elementos del agua potable.

1.7.4 Muestra.

La muestra para determinar los elementos del sistema de agua potable, fué el estudio para el diseño en la zona urbana del barrio Bello Amanecer de la ciudad de San Carlos Rio San Juan.

1.7.5 Criterios de inclusión.

Se tomaron en cuenta para el estudio todos aquellos elementos que incorporan un sistema de agua potable:

- Obras de captación.
- fuentes de abastecimiento.
- línea de conducción.
- línea de distribución.
- tanques de almacenamiento.

¹² Gómez, M., M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas. p. 102.

1.7.6 Criterio de exclusión

No se tomaron en cuenta todos los sistemas que no cumplan los criterios de inclusión.

1.7.7 Muestreo

Para la formulación de este proyecto fue necesario plantear un estimado de cuantas personas del barrio en estudio se le aplicará la encuesta o cuestionario.

Para esto se utilizará el muestreo proporcional, que según Bernal C.A.¹³ el cual consiste en determinar el tamaño de la muestra a partir de una investigación piloto realizada con anterioridad en el sitio. El tamaño de la muestra se determinara usando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{\epsilon^2 (N - 1) + Z^2 P Q} \quad (26)$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra necesaria.

Z= Margen de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá el nivel deseado de confianza (para una confianza de 95% o un $\epsilon=0.05$, $Z=1.96$, para una confianza del 99% o un $\epsilon=0.01$ $Z= 2.58$).

P= Probabilidad de que el evento ocurra (se usa generalmente 50 %)

Q= Probabilidad de que el evento no ocurra.

$$Q = 1 - P. \quad (27)$$

ϵ = Error o diferencia máxima entre la media muestral y la media de la población que se está dispuesto a aceptar con el nivel de confianza que se ha definido.

N= Tamaño de la población.

¹³ Bernal C.A. (2006). *Metodología de la investigación. 2da edición. México, Pearson Educación de México, S.A de C, V.*
Idem.P.171.

1.7.8 Método

Se empleará el método analítico¹⁴, debido a que se estudiarán algunas variables por separado tales como: problemática higiénico-ambiental, crecimiento poblacional y diseño hidráulico.

1.7.9 Metodología

La metodología que se empleará será la investigación acción participativa (IAP), debido a que para la realización de la formulación de este proyecto se necesitará la participación de la comunidad que se beneficiará de él. Los pasos a seguir serán los siguientes:

- a) Contacto con el medio. En esta fase se recopilará toda la información necesaria para la formulación del proyecto. Para esto se tendrá que realizar visitas al sitio para obtener información de la propia comunidad y sobre todo, estas visitas serán con el objetivo de informar a la población de la necesidad de este proyecto para su beneficio. Pero antes de realizar todo lo anteriormente mencionado, será necesario definir las líneas de investigación a partir del análisis de nuestro pensum académico.

1.7.10 Matriz de marco lógico para investigación.

En este inciso se hará una descripción de la metodología utilizada en el transcurso y desarrollo del protocolo, mediante la herramienta de matriz de marco lógico para investigación (MMLI). (Ver anexo 3)

¹⁴ Bernal C.A. (2006). *Metodología de la investigación. 2da edición. México, Pearson Educación de México, S.A de C, V.*

II. DESARROLLO

2.1 Diagnóstico de la zona.

Nombre del Municipio: San Carlos

Fecha de Fundación: La ciudad fue fundada en 1526 como Nueva Jaén, si bien fue abandonada durante varias décadas para ser refundada como San Carlos durante el siglo XVII. En 1949 forma parte del territorio del departamento de Río San Juan y en 1989 se legaliza como un municipio y como cabecera departamental.

Ubicación: El municipio de San Carlos está ubicado al sur del departamento de Río San Juan, a una distancia 290 Km. de la capital Managua y siendo esta la cabecera departamental, al sureste de la ciudad de Managua, la ciudad de San Carlos consta con una extensión de 1.462 Km² y se incluye el archipiélago de Solentiname y el refugio de vida silvestre Los Guatusos.

Posición geográfica: SAN CARLOS, está ubicado entre las coordenadas de 11° 07' Latitud Norte y 84° 46' Longitud Oeste.

Límites: Los límites del municipio son:

- Al Norte: Con el municipio de San Miguelito y el municipio de Nueva Guinea (R.A.A.S)
- Al Sur: Con el límite internacional de la República de Costa Rica
- Al Este: Con el municipio de El Castillo
- Al Oeste: Con el Lago de Nicaragua (Cocibolca) y el municipio de Cárdenas (Dpto. de Rivas), el archipiélago de Solentiname: Islas Macarrónica, Mancarrón, Islas Las Juanas, San Fernando, La Venada, La Balsa, El Padre, Atravesada, El Encanto, Carolina, Bandolín, Guatusita, La Yuca, Pajarera, Redonda, El Corozo, El Zapote, Zapotillo y Punta El Diablo pertenecen al municipio de SAN CARLOS.

2.2 Topografía y Clima:

Topografía: Las características topográficas del municipio de SAN CARLOS, pertenece a un tipo de suelo ondulado, son suelos muy arcillosos, plásticos y adhesivos, durante la época seca se resquebrajan, tienen un color gris muy oscuro, como permanecen mojados la mayor parte del año, su manejo es más difícil. Dentro de su jurisdicción comprende el archipiélago de Solentiname tres de sus islas presentan cadenas montañosas de alguna consideración, la gran mayoría de sus islas son pequeñas y planas y de ondulaciones de poca consideración, corren por su territorio oriental las estribaciones selváticas de la cordillera de Yolaina, sin otro fenómeno de importancia.

Clima: El clima del municipio de SAN CARLOS está catalogado de monzónico tropical, con una temperatura que oscila entre los 25° y 26' C., con precipitación anual que varía entre los 2,000 y 2,400 mm. La zona tropical lluviosa sin periodo seco corto, cubre las cuencas de los ríos Sábalo, Tule y Camastro abarca los alrededores de SAN CARLOS, el periodo seco va de 1 a 4 meses.

Ecología: En el municipio de San Carlos La situación del recurso forestal es muy rica, ya que presenta diversos ecosistemas, bosques altos densos, bosque bajos densos, pasando por sabanas, pantanos y lagunas intermitentes, siendo el ecosistema de humedales el más representativo, lo que permite vivir y reproducirse a grandes y diversas poblaciones de especies florísticas y faunísticas

Las áreas de humedad comprenden una amplia gama de terrenos inundados temporal o permanente, cubierto de árboles, palmáceas, gramíneas, leguminosas y demás plantas acuáticas emergentes o flotantes donde se genera, alberga, nutre y reproduce un inmenso sustrato micro orgánico, que mueve la cadena alimenticia que se hace obvia en la diversidad material y funcional de aves, reptiles, anfibios, mamíferos y peces.

Sin embargo existe deterioro de los recursos naturales en la zona, debido a una serie de prácticas de los pobladores, tales como el manejo inadecuado de la parte

media de las cuencas de los ríos; destrucción del hábitat de la flora menor y de la fauna, deforestación de las riberas de los ríos, quemadas incontroladas que provocan incendios forestales, la extracción de madera sin manejo, extracción incontrolada de fauna silvestre, acuática y terrestre, cambio del uso de la tierra de cacao a granos básicos, prácticas agrícolas depredantes, como la agricultura migratoria, ocasionando el avance de la frontera agrícola.

Biodiversidad: Flora y Fauna: En el bosque primario destacan especies arbóreas como el Guarumo, el Poroporo, la Ceiba, el Cedro Real, en la zona totalmente húmeda se encuentra el Ponpojoche, el Helequeme, el Guabo y el Papaturo, en el área pantanosa hay presencia de gramíneas altas como el Zacatón, el Juncal, el Platanillo, la Naranja, de palmáceas como el Yolillo, la Palma caca, el Corozo y la Palma de aceite silvestre. En el espejo de agua proliferan especies acuáticas como la Lechuga de agua, el Lirio de agua y otras especies.

Entre las aves existe gran número de especies (más de 270), siendo las más comunes las Garzas, los Patos y Martín pescador, entre los reptiles destacan el Cuajipal y el lagarto negro, varios géneros de tortugas de agua dulce, iguanas, garrobo, barselicos, lagartijas, y reptiles, entre los anfibios, las ranas.

Dentro de los mamíferos, se encuentran el Venado, Tepezcuintes o guardatinajas, cusucos o armadillos, cerdo de monte o zaino, pizote, perezoso, monos congos, oso hormiguero, nutria o perro de agua, guatusa murciélagos, los felinos (jaguar y canelo), se encuentran en peligro de extinción.

La ictiofauna (peces), comprende el Gaspar (el más abundante), guapotes, mojarra, guabina, robalos, machacas, roncador y últimamente tilapias. Encontramos también aves de rapiña como el zopilote, además pericos, palomas, entre otras.

Hidrología Superficial: La condición de humedad está determinada por las características hidrológicas del área, creando los requerimientos ecológicos para la existencia de las asociaciones vegetales y hábitat para numerosas especies propias de los Humedales, como también para especies piscícolas de alto potencial pesquero.

Riegan el municipio, el Río San Juan por su lado sur y por la región norte, los afluentes de la margen izquierda de dicho río, entre los que deben mencionarse: Melchora, Medio Queso, Palo de Arco, Sábalos, Negro, Santa Cruz, Pizote, Viejo, Papaturre, Zaino, Zapote, Río Frío, Estero Boca Negra y otros más.

Los ríos constituyen un elemento esencial para el eventual y futuro impulso del ecoturismo de la zona del departamento de RIO SAN JUAN, sin embargo, la sedimentación progresiva dificulta la navegación a lo largo de la costa, o la incursión a los ríos en época seca, pues la profundidad es menor de 20 cms.

Muchos ríos del territorio son utilizados como vías de comunicación principalmente el río Frío, que une a los poblados de SAN CARLOS y los Chiles (Costa Rica) y los ríos Papaturre y río Zapote, además, el río san juan es la villa de comunicación entre san Carlos y los municipios del castillo, san juan de Nicaragua y sus comunidades.

2.3 Población y Viviendas: La población total del municipio es de: 28,600 habitantes (Censo Nacional - 2005).

Población Urbana: 6,746 habitantes (24%)

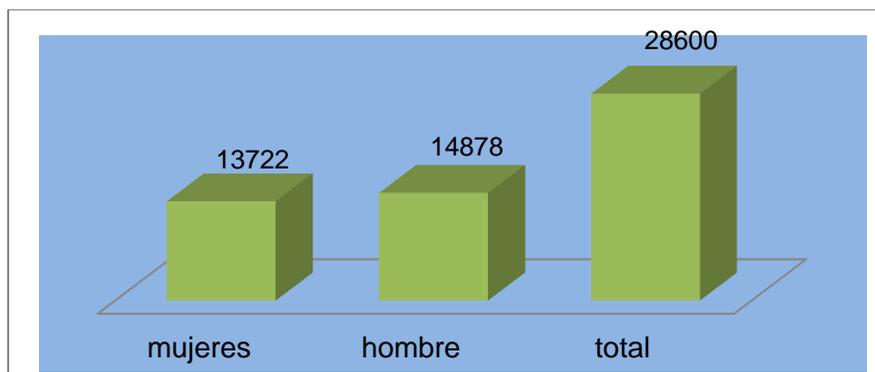
Población Rural: 21,854 habitantes (76%)

El municipio de SAN CARLOS, en el año 1971 contaba con una población de 9,717 habitantes, al año 1995 la población incremento a 28,600 habitantes, lo que indica una tasa anual de crecimiento del 4.6%. El municipio de SAN CARLOS, participa con el 40.3% aproximadamente en el total poblacional departamental.

Distribución de la población según sexo.

Hombres	Mujeres	Total
14,878(52%)	13,722(48%)	28,600(100%)

Tabla 11: Distribución de la población por sexo. Fuente: Ministerio de la salud (MINSa). (2007). Distribución de la población según sexo. Municipio San Carlos, Rio San Juan.

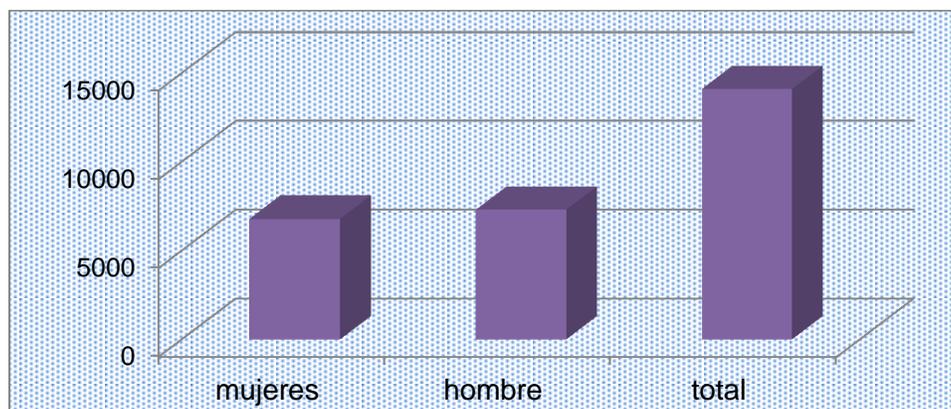


Gráfica 1: Distribución de la población por sexo. Fuente: Ministerio de la salud (MINSa). (2007). Distribución de la población según sexo. Municipio San Carlos, Rio San Juan.

Distribución de la población de 15 años y más según sexo.

Hombres	Mujeres	Total
7,304(26%)	6,794(24%)	14,098(50%)

Tabla 12: Distribución de la población por sexo de 15 años a más. Fuente: Ministerio de la salud (MINSa). (2007). Distribución de la población según sexo de 15 años a más. Municipio San Carlos, Rio San Juan.



Gráfica 2: Distribución de la población por sexo de 15 años a más. Fuente: Ministerio de la Salud (MINSa). (2007). Distribución de la población según sexo. Municipio San Carlos, Rio San Juan.

Para el período de elecciones del 20 de octubre de 1996, el municipio de SAN CARLOS contara con una población de 30,568 habitantes, de los cuales 14,226 habitantes de 16 años y más y 16,142 habitantes contarán con menos de 16 años.

La densidad poblacional es: 20 habitantes/ kms. El municipio de SAN CARLOS, en las cifras definitivas del censo nacional poblacional del INEC 2005, indica que posee una población de 28,733 habitantes, en la elaboración de la caracterización se utilizó los datos preliminares del censo nacional 1995 del INEC, que fueron publicados anteriormente.

Viviendas: El municipio de SAN CARLOS, cuenta con un total de 5,488 viviendas, de las Cuales fueron censadas un total de 4,802 viviendas, con un promedio de 5.96 personas por vivienda, la distribución es la siguiente.

Urbana	Rural	Total
964 (20%)	3,838 (80%)	4,802 (100%)

Tabla 13: Distribución de viviendas del municipio. Fuente: MINSA (2007). Distribución de las viviendas. Municipio San Carlos, Rio San Juan.

2.4 Organización territorial del municipio

Localidad:

El municipio de SAN CARLOS, está dividido en las siguientes comarcas :San Isidro, SAN CARLOS, Santa Isabel, Lauren Galán, Cruz Verde, México, Mata de Caña, La Azucena, Palo de Arquito Arriba No.1 y No.2, Melchorrita, Los Chiles, La Trinidad, Esperanza No.1, La Culebra, La Argentina, Caño Luis, Morrillo, Solentiname, Las Maravillas, Papaturre, Valle de Guadalupe, Nueva Armenia, La Trinidad, Las Minas, Isla Medio Queso, El Consuelo, La Unión, San José, La Venada, Río Frío, El Corozal, Guapinol, Santo Domingo, San José Morrillo, Ojo de Agua, Espavel, Costa Sur, Camíbar, Jumusa, Papaturre, Pueblo Nuevo No.1, Pueblo Nuevo No.2, El Plomo, Flor de Mayo, El Cairo, Guacalito, La Argentina, San Vicente, Nueva Jerusalén, El Consuelo No. 1 y No.2, Loma Quemada, Laurel No2, Quinta Lidia, Empalme Cruz Verde, Danubio, Monte Piedad, El Papayo, El Pavón No.1 y El Pavón No.2, Las Palmeras, Las Venturas, San Agustín, La Bodega, Poza Redonda No.1 y No.2, San Ramón, San Antonio, San Pablo, Nueva Armenia, El Fajardo.

Geomorfología: El municipio de San Carlos comprende los siguientes ríos: Sábalos, Negro, Santa Cruz, Pizote,

Viejo, Papaturo, zaino, Zapote que bajan de las serranías de la RAAS (Yolayna Nueva) y atraviesan el departamento de Rio San Juan hasta descargar sus aguas en el rio del mismo nombre.

Otros como: Melchora, Medio Queso, Palo de Arco, tienen sus nacientes en el propio municipio, el Rio San Juan y el rio Frio tienen sus nacientes en el gran lago de Nicaragua (Cocibolca) y son dos rutas de comunicación muy importantes, además de que el rio san juan el pacifico de Nicaragua con mar Caribe.

Infraestructura socioeconómica (Vialidad y Transporte):

San Carlos actualmente está comunicado con Chontales, Boaco y Managua por una carretera pavimentada, además con la RAAS y comunidades de costa rica, eso por villa terrestre por una cantidad de veintiocho unidades de trasporte colectivo. La frecuencia de estos buses es una vez por día y todos se encuentran en buen estado hasta la fecha.

Con la Isla de Ometepe y Granada a través del lago de Nicaragua por un barco que tiene un horario los días martes y viernes.

Por otra parte el municipio cuenta con una pista de aterrizaje para el servicio aéreo de la Empresa La Costeña, que tiene un horario los días lunes, miércoles y viernes.

Energía Eléctrica: El municipio cuenta con el servicio de energía eléctrica, este servicio es brindado a la población a través de (DISSUR), existen un total de 1,243 conexiones domiciliarias, lo que equivalen al 26% del total de viviendas del municipio. La cabecera municipal cuenta con servicio domiciliario y alumbrado público. Existen algunas comunidades que actualmente ya cuentan con este servicio. El casco urbano – de San Carlos cuenta con un 95% de alumbrado o conexiones domiciliarias.

Telecomunicaciones: El municipio de SAN CARLOS, cuenta con el servicio de teléfonos y correos, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones ENITEL, existen 177 conexiones domiciliarias, que equivalen al 4% del total de viviendas del municipio. Además cuenta con las redes de telefonía e internet CLARO y MOVISTAR.

Educación: En el municipio de SAN CARLOS, existen 5,182 alumnos inscritos en los 36 centros de educación de los diferentes niveles, preescolar, primaria y secundaria, atendidos por un total de 172 maestros. Preescolar: Existen un total de 524 alumnos inscritos en los 6 centros escolares, son atendidos por un total de 21 maestros. Primaria: Existen 4,134 alumnos inscritos en los 28 centros escolares, que son atendidos por 137 maestros. Secundaria: Existen 524 alumnos inscritos en los 2 centros escolares, atendidos por 14 maestros.

SAN CARLOS, cuenta con la presencia de la Universidad Popular de Nicaragua (UPONIC), con la presencia del INATEC, donde se preparan contadores y secretarías.

Pero existen problemas tales como: La construcción de centros escolares en las comunidades de Palo de Arquito Arriba, Melchorita, Los Chiles, La Esperanza No 1., Cruz Verde, Mata de Caña, México, en la comunidad Isla Medio Queso completar la primaria en el centro escolar.

La suministrar de recursos materiales a los centros escolares, como pupitres, pizarrones, material para los alumnos, material didáctico para los maestros, el incremento de personal docente para el municipio.

Sin embargo está en proceso de gestión la construcción de centros escolares en diferentes comunidades.

SALUD: En el municipio de SAN CARLOS, existen 13 puestos de salud, 1 puesto médico, 1 hospital, en los centros existen 59 camas de las cuales 8 están en mal estado, las comunidades cuentan con 73 casas bases para brindarle atención a la mujer, 67 parteras, 118 brigadistas de salud.

El personal médico que atiende a la población está compuesto por: 15 médicos, 3 odontólogos, 9 enfermeras, 65 auxiliares, 2 técnicos higienistas, 62 trabajadores en la administración.

La causa de consulta por las que más asiste la población menor de cinco años a los centros de salud es por: las enfermedades respiratorias, la diarrea, Enfermedades de la piel, los parásitos, la malaria y en menor porcentaje la tuberculosis, se brinda atención a la mujer durante el embarazo y el control y crecimiento de los menores.

A pesar de las incursiones de médicos especialistas en el hospital, suministros de medicina y equipo médicos.

Se necesita equipar a las unidades de salud con material y equipo médico quirúrgico, de personal médico, una ambulancia en la comunidad de los Chiles, la construcción de un centro de salud en El Consuelo, en Morrillo y La Unión.

Cultura y Deporte En SAN CARLOS, la comunidad cuenta con una biblioteca municipal, ubicada en el casco urbano y para la recreación cuenta con canchas, campos deportivo y dos discotecas que inician su actividad a las 8 :30 pm. En el municipio existe un centro de documentación que funciona en las oficinas de AMURS, (Asociación de Municipios de Rio San Juan) también posee una biblioteca infantil ubicada en el parque central.

Cuenta con un mirador con vista al lago y al nacimiento del Río San Juan y a la desembocadura del río Frío. Bautizada como la fortaleza de SAN CARLOS, construida por los españoles en el año de 1666.

La población cuenta con un templo católico, al cual se le han reconstruido partes de sus paredes y recientemente concluyó la construcción del campanario, el cual se inició en 1957 a 1960, la hermosa campana y escucha por todo el territorio.

2.5 Servicios Municipales:

Recolección de desechos sólidos: La municipalidad presta el servicio de recolección de desechos sólidos, a 760 viviendas urbanas a través de un sistema de ruteo que se realiza por barrios unos días por semana, los viernes, lunes y miércoles.

Por ende el municipio de SAN CARLOS, cuenta con el servicio público de la recolección de basura, y la limpieza de calles. La Alcaldía cuenta con dos camiones volquetes y un personal permanente de ocho personas incluyendo los conductores, dicho equipo realiza la recolección casa por casa.

Depósitos de desechos sólidos: El basurero actual con que cuenta, tiene un área total de 20,000 m², está ubicado a 3.6 Km sobre el camino a la comunidad Las Azucenas del perímetro urbano y a 6 Km, del centro de la ciudad. La disposición final es a cielo abierto, con quemas planificadas de manera esporádica, no se realiza relleno sanitario.

Los desechos no reciben el tratamiento adecuado, en la realidad los pobladores tiran basura en algunos puntos o basureros no autorizados, por la incapacidad del servicio.

MERCADO: El municipio de SAN CARLOS, cuenta con un mercado municipal, donde se abastece la población del casco urbano y de las comunidades, aquí se ofrece la producción de los agricultores y ganaderos desde donde en su mayoría es exportada a la capital Managua. La Alcaldía le da mantenimiento.

Cementerio: El municipio de SAN CARLOS, cuenta con un cementerio municipal ubicado en el casco urbano, propiamente frente al antiguo cine, tiene un área de 3 manzanas y actualmente se encuentra ocupado en un 90%, esta rodeado en su

totalidad con una cerca perimetral de concreto reforzado y mampostería de piedra cantera, es importante destacar que la infraestructura con la que cuenta el cementerio se encuentra en buen estado,

El área utilizada carece de ordenamiento, los espacios entre las bóvedas son sumamente estrechos, lo que dificulta la circulación peatonal en el interior del cementerio, esto se debe a que no se ha practicado la planificación de espacios en el área, así como los criterios técnicos.

Las comunidades rurales como La Azucena, Melchorita No.1 y No.2, La Esperanza, cuentan con cementerio. Sin embargo Se necesita construir cementerio en las comunidades rurales donde no existe el servicio, construir cercas en las comunidades que cuentan con el cementerio, construir un nuevo cementerio en el casco urbano.

Parque: El municipio de SAN CARLOS, cuenta con un parque municipal infantil, que contiene juegos infantiles, bancas de descanso, arboles, agua potable. Este parque del casco urbano se llama Chato Medrano, ubicado frente al Templo Católico, con un área total de 392m² con andenes de concreto perimetrales e internos en buen estado.

Además el remodelado malecón que tiene una preciosa vista hacia el lago de Nicaragua, y las desembocaduras del Rio San Juan y Rio Frio.

Rastro: El municipio cuenta con un rastro municipal, la Alcaldía le brinda mantenimiento.

Transporte Intra-municipal: SAN CARLOS, cuenta con transporte colectivo, terrestre, acuático y aéreo. La principal vía de comunicación del municipio la constituye la carretera

Acoyapa (Chontales) - San Miguelito - Las Azucenas, revestidas de pavimento asfáltico.

En el transporte terrestre el municipio cuenta con unidades de buses que lo comunican al resto del país como la ciudad de Managua - Granada y con los asentamientos. Existen abiertos los tramos SAN CARLOS - Los Chiles y Sábalo - Buena Vista, existe comunicación con todas las comunidades por vía acuática y por la vía terrestre con algunas comunidades, los caminos o trochas se encuentran en mal estado.

En algunas comunidades del municipio el transporte acuático es el único medio de comunicación entre la cabecera y la comunidad, con travesías que tardan de dos a seis horas en dependencia del tipo de embarcación.

Actualmente la zona cuenta con botes, planas y lanchas que viajan dos o tres idas por semana hacia las comunidades, transportando personas, cargas, los víveres y la producción agropecuaria a comercializar. La comunicación hacia Boca de Sábalo por vía terrestre sólo funciona en período de verano y cuando los madereros abren las trochas, en la comunidad de Buena Vista tiene comunicación con Sábalo a través del municipio El Castillo.

La comunicación de algunas comunidades hacia Upala y otras zonas de Costa Rica, es por vía terrestre, existiendo vehículos motorizados del lado tico, que no tienen un horario estable. La comunicación hacia Costa Rica es más rápida, segura y barata que hacia localidades del interior del país. Las vías de acceso del municipio de SAN CARLOS, en el casco urbano se encuentran adoquinadas en un porcentaje del 35%. con un sistema vial que tiene una longitud de 9,900 ml, del cual el 45% se encuentra pavimentado y el 20% con revestimiento de tierra. Por otro lado se presenta el transporte aéreo que comunica a San Carlos con la capital Managua y Corn Island (RAAN).

Aspectos productivos, rendimientos, técnicas agrícolas y mano de obra.

El municipio de SAN CARLOS, cuenta con muy buenas condiciones de agua para la agricultura y la ganadería, actualmente posee un aproximado de 2,200 productores de los cuales un 70% poseen títulos de propiedad de la tierra, un 20% no poseen títulos y un 10% trabaja de forma corporativizada.

Actividad agrícola: SAN CARLOS, cuenta con un total de 15,822 manzanas de tierra cultivada en los diferentes rubros de la producción agrícola, sobresaliendo la actividad del cultivo de maíz, frijoles, musáceas y otros.

Distribución de cultivos en el municipio en quintales.

Descripción	Arroz	Frijol	Maíz	Musáceas	Total
Manzanas	465	6788	8004	568	15822

Tabla 14: Distribución de cultivos en el municipio. Fuente: SISCOM – MAS. Distribución de cultivos en quintales. Municipio San Carlos, Rio San Juan.

Según INTA (2009)¹⁵, el rendimiento promedio de maíz es de 22qq/mz, oscilando los rendimientos entre 16- 28qq/mz. En frijol el rendimiento promedio es de 14 qq/mz, oscilando los rendimientos entre 10-18 qq/mz.

Así mismo, se coincide con la línea Base del INTA (2009), la cual describe que la producción de patio o huertos caseros son parte del complemento de la dieta de los pobladores, siendo los cultivos más comunes: tomate, repollo, papa y chiltoma. Sin embargo, la producción de estos rubros está influenciada con el periodo de invierno copioso y sobre todo en las partes más altas de la zona.

Actividad pecuaria: La ganadería bovina es uno de los rubros de importancia económica en las fincas. Existen aproximadamente 12,500 cabezas de ganado bovino, con una carga animal media por cada manzana de pastos una cabeza de ganado, la distribución del hato ganadero no es homogénea, ya que existen altas concentraciones en algunas de las micro cuencas, por lo que estaría provocando

INTA: Instituto nicaragüense de tecnología agropecuaria.

un mayor deterioro del suelo, en el caso que no sea su vocación de uso. El hato está destinado en un 50% al doble propósito, el 20% a la Producción de leche y el 30% a la producción de carne, el rendimiento medio de litro de leche por cabeza es de tres litros.

Otro rubro de importancia es la ganadería menor, específicamente (aves, cerdos y cabros) ya que son manejados por el 32% de las familias del área rural.

Según MAREN,

Pesca: En el municipio se comercializa el pescado hacia los departamentos del país y hacia el vecino país de Costa Rica, también se utiliza para consumo interno, sobresalen los tipos de especies Sábalo Real, Gaspar y Robalo, roncador y tilapia

Industria y Comercio: Existen en el municipio 4 panaderías, 3 sastrerías, 2 herrerías, 3 zapaterías, 7 carpinterías, 3 molinos, 12 matarifes, 1 microempresa de materiales de construcción, 205 pulperías, 2 farmacias, 6 almacenes, 61 bares y cantinas, 24 comedores, 6 mecánicos, 8 hoteles y Pensiones, 2 establecimientos de insumos agropecuarios, 2 gasolineras.

El hombre de forma tradicional se ha encargado de las tareas pesadas para el mantenimiento del hogar. En la siembra, recolección y venta de los productos sin embargo La participación de la mujer en el rol de la economía familiar del municipio de

SAN CARLOS, es determinante y se da en tres ámbitos, en algunas de las labores de la producción de la parcela, en el manejo del patio y en las actividades de la reproducción de la familia, en cuanto a la parcela ella participa en la cosecha, secado y almacenamiento de granos básicos, en el patio realiza la crianza de cerdos y aves (gallinas y patos) destinados al autoconsumo principalmente, pero que también se venden en caso de necesidad generando Ingreso significativos.

El proceso de comercialización de cerdos, aves recae sobre la mujer, debido a que ella es la encargada de su cuidado, realiza la comercialización de musáceas, tubérculos y frutas, en algunas familias la mujer procesa el maíz para la elaboración de horneados destinados a la comercialización.

La mujer tiene un papel importante en el desarrollo integral de la comunidad, históricamente ha ocupado el lugar de integración familiar y ha influido de forma determinante en el ámbito de la pequeña empresa, siempre en busca del mejoramiento de la economía familiar.

2.6 Agua y saneamiento:

El municipio de SAN CARLOS, cuenta con el servicio público de agua potable, abasteciendo a 836 conexiones domiciliarias en el casco urbano, donde se ubica el barrio Bello Amanecer con 260 conexiones domiciliarias, de las 335 viviendas existentes, estas representan un 31.10% del total de las conexiones del casco urbano y un 77% de las viviendas del barrio, la cual es administrada por la municipalidad.

Este servicio es distribuido al barrio por medio de 1245.31 ml de tubería de pvc con diámetros de 2" en la red de distribución y 597.84 ml de tubería pvc con 6" de diámetro en la línea de conducción. . El barrio no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, pero está siendo gestionada por la municipalidad, por tanto el medio comúnmente utilizado por la población es el sistema de letrinas tradicionales.

Problemas del barrio Bello Amanecer en cuanto al abastecimiento de agua:

- Ssistema de abastecimiento no cubren la demanda de agua.
- Elementos hidráulicos en mal estado.
- Deforestación en las áreas de captación.
- Crisis de agua en época de verano.

2.7 Diagnóstico de la situación actual del servicio de agua potable.

2.7.1 Diagnóstico de campo

2.7.1.1 Cobertura y tecnología de los sistemas de Agua Potable.

A nivel urbano el servicio de agua potable está a cargo de la municipalidad, el cual consistente de un sistema por bombeo, del pozo a la línea de conducción y de esta a la red de distribución, que actualmente presenta algunas deficiencias de suministro de agua. Uno de los principales problemas en el barrio bello amanecer, es que el agua captada proviene de una sola fuente de abastecimiento, que tiene una sobre explotación, por otra parte, el sistema ya culmino su vida útil.

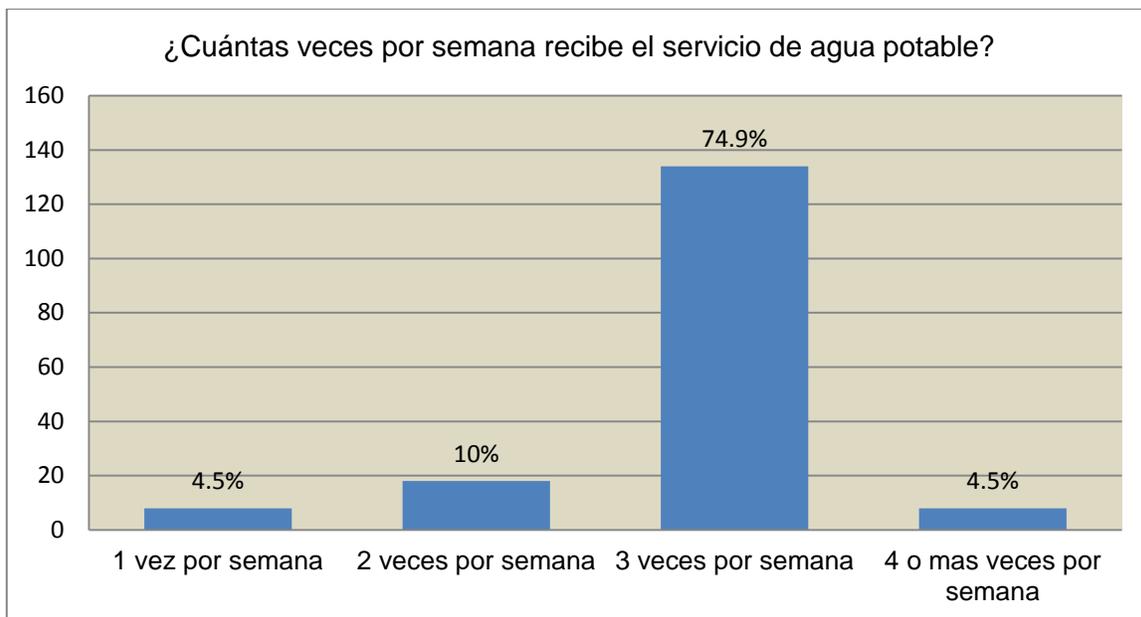
De las ciento setenta y nueve (179) viviendas encuestadas, ciento sesenta (160) tienen servicio de agua, lo que equivale al 89% de cobertura, o sea que hay diecinueve (19) viviendas que no tienen servicio y doce (12) que se abastecen de los vecinos y cinco (5) se abastecen de pilas y dos (2) familias no brindaron información.

Por otra parte de las ciento setenta y nueve (179) viviendas, ciento sesenta y una son propias y dieciocho de ellas son alquiladas.



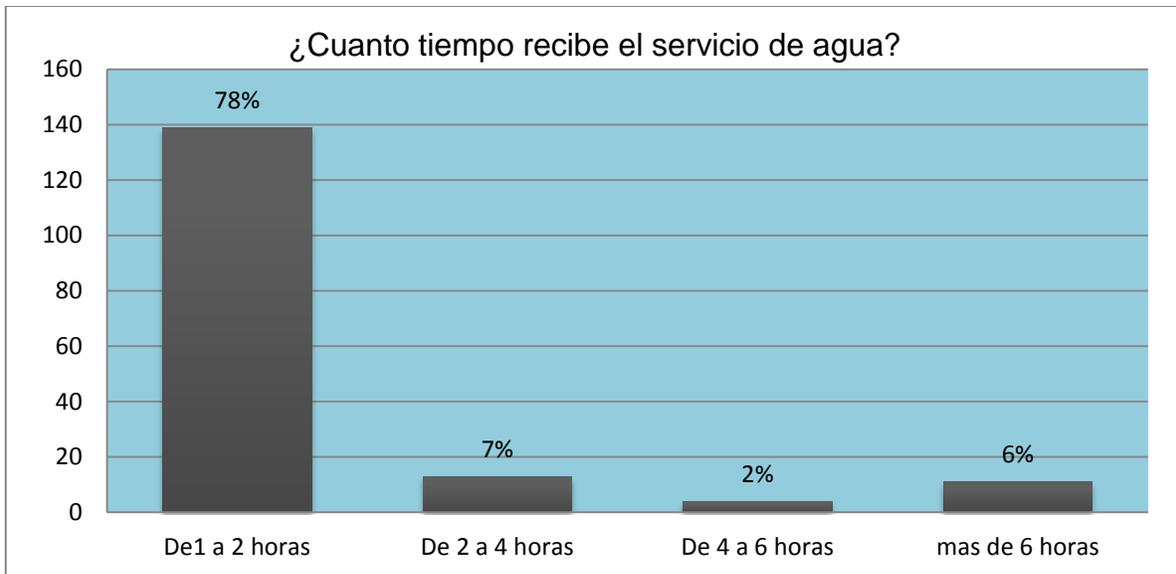
Gráfica 3: Resultado de encuestas del servicio de agua en el barrio. Fuente: Elaboración propia. (2013). Resultado de encuestas aplicados al Bo. Bello Amanecer. San Carlos, Rio San Juan: editado por el autor.

En cuanto al funcionamiento del sistema, solo ocho (8) viviendas reciben el servicio una vez por semana, dieciocho (18) se abastecen dos veces por semana, ciento treinta y cuatro (134) que representan el 80% de las viviendas conectadas se abastecen tres veces por semana, y solo ocho (8) viviendas reciben el servicio cuatro o más veces por semana. Teniendo en cuenta que además de las 160 viviendas conectadas al servicio, 8 viviendas que reciben el servicio de los vecinos respondieron a la pregunta.



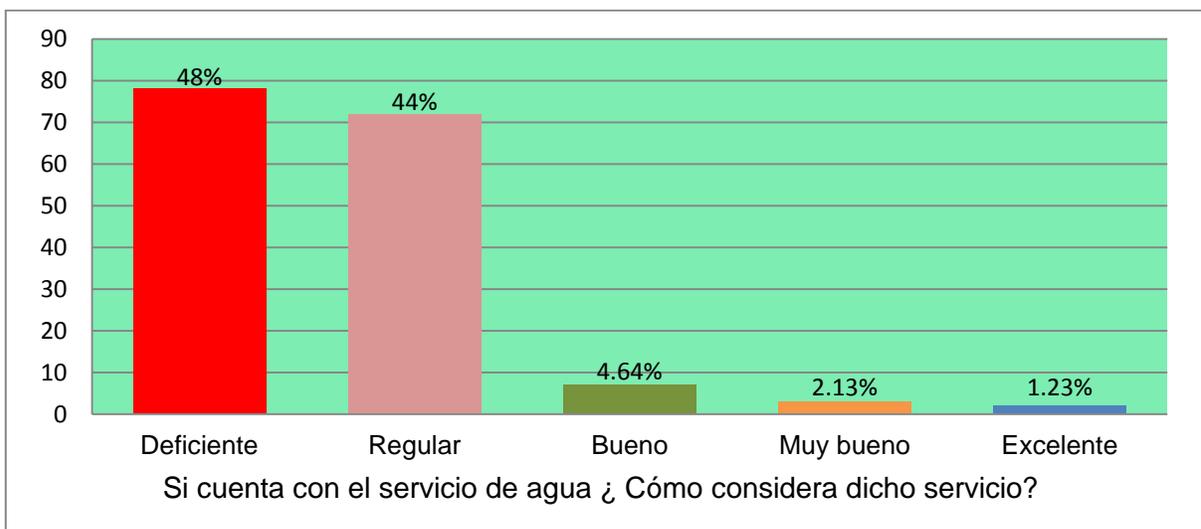
Gráfica 4: Funcionamiento del sistema de agua potable en semanas. Fuente: Elaboración propia. (2013). *Resultado del funcionamiento del sistema de agua potable.* San Carlos, Rio San Juan: editado por el autor.

Además con respecto al funcionamiento del sistema, ninguna vivienda recibe agua las veinticuatro horas, ciento treinta y nueve (139) viviendas que equivalen al 83% reciben el servicio de 2 a 5 horas, trece (13) reciben el servicio de 2 a 4 horas, cuatro (4) reciben el servicio de 4 a 6 horas y solo once (11) reciben el servicio más de 6 horas.



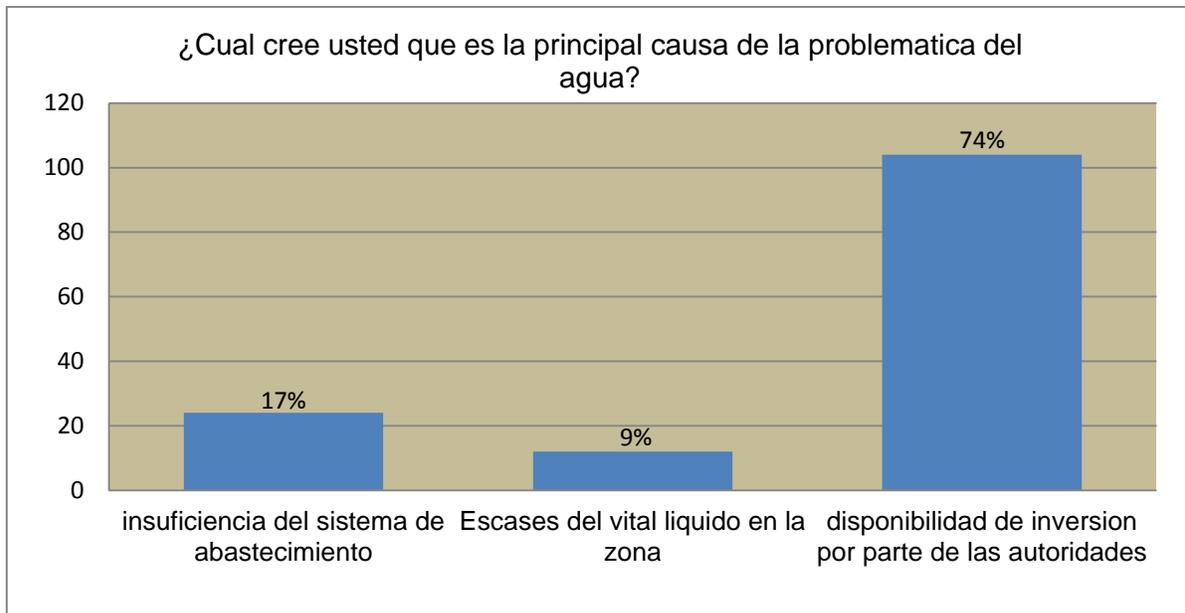
Gráfica 5: Funcionamiento del sistema de agua potable en horas. Fuente: Elaboración propia. (2013). Resultado del funcionamiento del sistema de agua potable. San Carlos, Rio San Juan: editado por el autor.

De acuerdo al criterio de la población del barrio bello amanecer de San Carlos Rio San Juan, acerca del funcionamiento del sistema de agua potable de las 160 viviendas conectadas más 2 que se abastecen de los vecinos evalúan el servicio así, 78 viviendas que representan el 48 % de las viviendas que reciben el servicio como deficiente, 72 viviendas que representan el 44% regular, 7 viviendas bueno, 3 viviendas muy bueno y solo 2 viviendas que representan el 1.23% como excelente.



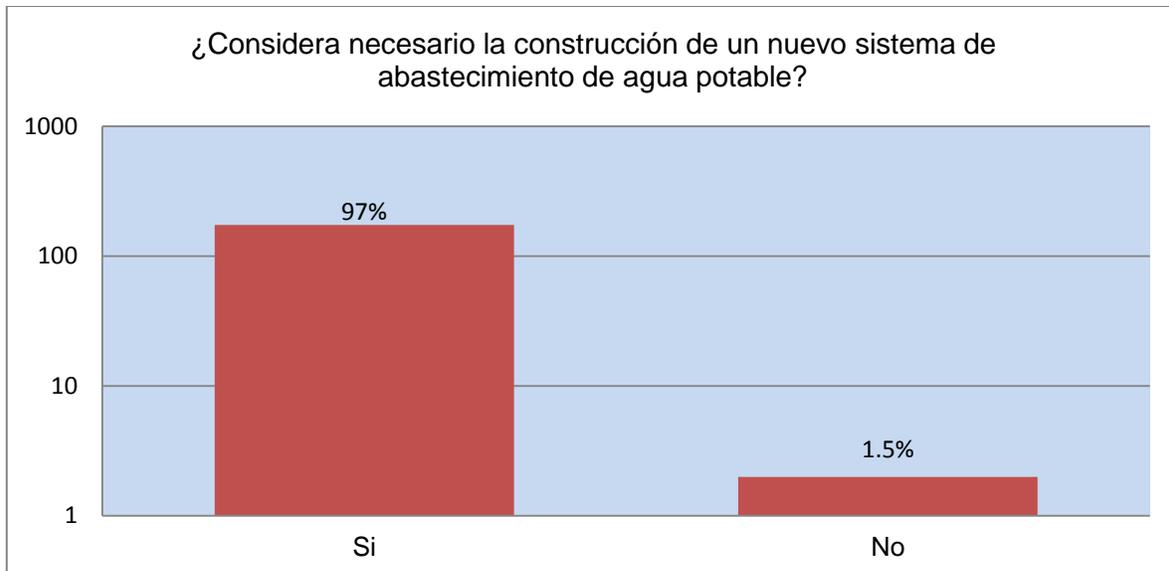
Gráfica 6: Funcionamiento del sistema de agua potable. Fuente: Elaboración propia. (2013). Resultado del criterio acerca del funcionamiento del sistema de agua potable. San Carlos, Rio San Juan: editado por el autor.

De las 160 familias que reciben el vital líquido a través del sistema actual de la red de agua potable se encuestaron 140 viviendas para ver la problemática del agua potable donde 24 familias consideran insuficiencia del sistema de abastecimiento, solo 12 familias opinan por escases del vital líquido en la zona y 104 familias que representan el 74% consideran falta de disponibilidad de inversión por partes de las autoridades.



Gráfica 7: problemática del agua potable Fuente: Elaboración propia. (2013). *Resultado del criterio acerca del funcionamiento del sistema de agua potable. San Carlos, Rio San Juan: editado por el autor.*

De las ciento setenta y nueve (179) viviendas encuestadas, ciento setenta y cuatro (174) que representa el 97% de la población encuestada consideran necesario la construcción de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, mientras tanto solo dos (2) viviendas no lo consideran así. El resto de las viviendas no brindaron esta información.



Grafica 8: Aprobación de un nuevo sistema de abastecimiento de agua. Fuente: Elaboración propia. Resultado del criterio acerca del funcionamiento del sistema de agua potable. San Carlos, Rio San Juan: editado por el autor.



Fotografía del predio del pozo / (Barrio Bello Amanecer)



Fotografía de calles de área de estudio (Barrio Bello Amanecer)



Fotografía de cerca perimetral de pozo existente (Barrio Bello Amanecer)

2.8 Balance Hídrico de san Carlos Rio San Juan.

Este balance hídrico se realizó con datos recopilados de ENACAL central e INETER. La recarga del suelo se calculó con una hoja de cálculo a continuación se presentan los resultados del análisis:

a) Cálculo de la evapotranspiración potencial: para la cual se utilizó el método de Blaney & Criddle (ONU, 1972): considerando la ubicación del sitio de estudio, latitud norte 11°. Implementando las ecuación 7 descrita en el marco teórico.

TEMP	24.5	25.1	26	27.1	27	26.1	25.7	25.8	26	25.9	25.4	24.7
Ps	8.092	7.448	8.446	8.384	8.844	8.64	8.898	8.734	8.256	8.324	7.878	8.056
EPT	156.74	146.32	169.43	172.43	181.48	173.72	177.27	174.40	165.62	166.60	155.86	156.79

Tabla 15: cálculo de evapotranspiración potencial.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Cálculo de evapotranspiración potencial. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

b) Cálculo de recarga:

b.1. Datos de campo:

Propiedades del suelo:

TEXTURA SUELO	Permeabilidad y/o Cap. Infiltración (cm/hora)	Capacidad de Campo (%)	Punto de Marchitez (%)	Densidad del Suelo (gr/cm ³)
ARENOSO	5 (2.5-25.5)	9 (6-12)	4 (2-6)	1.65 (1.55-1.8)
FRANCO ARENOSO	2.5 (1.3-7.36)	14 (10-18)	6 (4-8)	1.5 (1.4-1.6)
FRANCO	1.3 (0.8-2.0)	22 (18-26)	10 (8-12)	1.4 (1.35-1.50)
FRANCO ARCILLOSO	0.8 (0.25-1.5)	27 (23-31)	16 (12-16)	1.35 (1.30-1.40)
ARCILLOSO ARENOSO	0.25(0.03-0.5)	31(27-35)	16 (14-18)	1.3 (1.25-1.35)
ARCILLOSO	0.5(0.01-0.1)	35 (31-39)	18 (16-20)	1.25 (1.2-1.3)

Tabla 16: propiedades del suelo debido a su textura.

Fuente: Amisial y Jegat, Banco de programas CIDIAT. (2013). Para el cálculo de la recarga. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

Textura del suelo en estudio: Franco Arcilloso: Dato obtenido de la información recopilada en la alcaldía municipal y refutado por entrevistas realizadas a integrantes del área de hidrogeología de ENACAL-Managua.

Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan

fc (mm/d):	160.00			
Kp [0.01%]	0.27			
Kv [0.01%]	0.10			
Kfc [0.01%]	0.61			
I [0.01%]	0.98		por peso	
DS (g/cm3):	1.35		(%)	(mm)
PR (mm)	900.00	CC	27	328.05
HSi (mm)	328.05	PM	13	157.95
Lluvia retenida [0.01%] : Bosques=0.2, otros=0.12	0.12	RAD	14	170.1

Tabla 17: datos sacados de los estudios de campo y la tabla de propiedades del suelo.
 Fuente: ENACAL. (2013). Para el cálculo de la recarga. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

Dónde:

fc= capacidad de infiltración que fue obtenida tomando como referencia un estudio realizado en Bilwi (anexo 16), dado que dicho sitio presenta las mismas característica de suelo respecto a su textura, por tanto se considera que el margen de error será pequeño.

Kv=El factor de cobertura del suelo fue considerado tomando como un promedio dado la vegetación, cultivos y árboles que se presentan en el sitio de estudio (tabl.1).

Kp= El factor de pendiente fue analizado tomando como referencia el mapa topográfico de la zona, donde se ha determinado la existencia de pendientes menores del 15% (tabl.2)

PR= profundidad de raíces se utilizó el promedio de los cultivos que se encuentran en el área de estudio entre ellos: bosques pastos y frijoles. (tabl. 4).

Otro aspecto considerado son las Precipitaciones medias de cada mes, información recopilada por INETER cuyo código corresponde a la: 69090, Estación HMP, cuya base de registro de datos va desde 1960-2012.

2.8.1 Cálculo de la recarga.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	71.00	31.50	21.30	42.20	162.50	267.80	285.80	264.00	240.30	251.40	155.50	103.00	1896.30
Ret (mm)	8.52	5.00	5.00	5.06	19.50	32.14	34.30	31.68	28.84	30.17	18.66	12.36	231.22
Pi (mm)	61.07	25.90	15.93	36.30	139.77	230.35	245.83	227.08	206.69	216.24	133.75	88.59	1627.50
ESC (mm)	1.41	0.60	0.37	0.84	3.23	5.32	5.68	5.24	4.77	4.99	3.09	2.05	37.58
ETP (mm)	156.74	146.32	169.43	172.43	181.48	173.72	177.27	174.40	165.62	166.60	155.86	156.79	1996.63
HSi (mm)	328.05	276.46	231.57	202.72	197.93	246.97	316.08	328.05	328.05	328.05	328.05	316.07	
C1	1.00	0.85	0.53	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
C2	0.44	0.12	0.00	0.00	0.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.53	
HD (mm)	231.17	144.41	89.55	81.07	179.75	319.36	403.96	397.18	376.79	386.34	303.85	246.72	
ETR (mm)	112.66	70.79	44.77	41.09	90.74	161.23	177.27	174.40	165.62	166.60	145.73	119.84	
HSf (mm)	276.46	231.57	202.72	197.93	246.97	316.08	328.05	328.05	328.05	328.05	316.07	284.83	
DCC (mm)	51.59	96.48	125.33	130.12	81.08	11.97	0.00	0.00	0.00	0.00	11.98	43.22	
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.59	52.68	41.08	49.64	0.00	0.00	199.99
% Recarga													10.55

Tabla 18: cálculo del Balance Hídrico del suelo.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Cálculo del Balance Hídrico del suelo. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

fc: Capacidad de Infiltración.

P: Precipitación Media Mensual.

I: Infiltración.

Pi: Precipitación que infiltra.

CC: Capacidad de Campo.

ESC: Escorrentía Superficial

PM: Punto de Marchitez.

ETP: Evapotranspiración Potencial.

PR: Profundidad de Raíces.

ETR: Evapotranspiración Real.

RAD (CC-PM): Rango de Agua Disponible.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

DS: Densidad de Suelo.

HD: Humedad Disponible

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

HSf: Humedad de Suelo Final.

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas,

después que ocurre ETR

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Kp: Factor por pendiente

Rp: Recarga Potencial

Kv: Factor por vegetación

Ret: Retención de lluvia

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

2.8.2 Conversión de los caudales de consumo a aportaciones.

San Carlos cuenta con 5 pozos de abastecimiento, P7 (es que está siendo estudiado), P8, P9 y P10, y el pozo privado de Asodelco; los caudales extraídos son:

P7= 56.6 GMP (3.57 l/s este es el caudal de diseño del proyecto en estudio)

P8= 35 GMP (2.208 l/s)

P9= 120 GMP (7.57 l/s)

P10= 105 GMP (6.624 l/s).

P asodelco= 95 GPM (5.993 l/s ≈ 6 l/s)

Haciendo un total de 411.6 GMP (25.97 l/s), siendo este el caudal extraído del sitio que está siendo estudiado (San Carlos Rio San Juan), ver juego de planos (anexos 7), localización de pozos existentes.

Área del casco urbano= 3.83 Km² (se usará solo el área donde el agua extraída es distribuida, y tomar como punto de comparación con la recarga potencial del acuífero).

Tomando en consideración la cantidad de días que tiene cada mes y los segundos representativos de cada uno, se calculan las aportaciones que son extraídas o los volúmenes de consumo, estos cálculos se realizan en la siguiente tabla:

Q= 25.97 l/s (0.02597 m³/s)

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	SUMA
M3	70119	62328	70119	67522	70119	67522	70119	70119	67522	70119	67522	70119	823249
Hm3	0.070119	0.062328	0.070119	0.067522	0.070119	0.067522	0.070119	0.070119	0.067522	0.070119	0.067522	0.070119	0.823249

Tabla 19: conversión de los caudales consumidos a aportaciones.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Conversiones de caudal a aportación. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

Aportación necesaria:

$$a \text{ (mm)} = \frac{0.823249 \text{ Hm}^3}{3.83 \text{ km}^2} * 10^3 \text{ (apuntes de hidrología de ing. Víctor Tirado)}$$

$$a \text{ (mm)} = 214.947$$

Dado que el potencial de las aguas subterráneas de un acuífero, representa la máxima cantidad de agua a sustraer del acuífero, para que no sea sobreexplotado tendremos entonces la comparación de este potencial con las extracciones mediante pozos:

$$\text{Explotación} = \text{recarga potencial} - \text{extracciones} \quad (26)$$

$$\text{Explotación} = 199.99 \text{ mm} - 214.947 \text{ mm}$$

$$\text{Explotación} = - 14.96 \text{ mm}$$

Se puede observar que en el área de estudio existe un déficit de 14.96 mm de agua, lo que nos indica que la fuente a explotar podrá ser usada pero se deben implementar un plan para su explotación. (Anexo 12, hoja de cálculo).

2.9 Diseño hidráulico

2.9.1 Población de diseño

De acuerdo a las observaciones de campo, la población no tenderá a crecer debido a que el Barrio está completamente saturado. Por tanto, dado a los estudios de campo realizados se determinó que dicho barrio está constituido por 335 familias con un promedio de 6 habitantes por vivienda (datos de encuestas) por lo cual la población a servir será:

$$\text{Población} = (\text{viviendas}) * (\text{habitantes/viviendas}) \quad (22) \text{Población} = (335 \text{ viviendas}) * (6 \text{ habitantes/viviendas}) = 2010 \text{ habitantes}$$

2.9.2 Determinación del consumo de agua para necesidades potables del Barrio

Según el plano establecido del barrio (Anexo 7, juego de planos), se determina la cantidad de habitantes sobre m^2 .

Ba. Bello Amanecer, San Carlos (R.S.J)						
Determinación del caudal Medio Diario						
No	Año	Población	Área (m^2)	Dotación (lppd)	Cmd (lpd)	Cmd (lps)
1	2013	2010	100072.58	75	150750	1.74
2	2032	2010	100072.58	75	150750	1.74

Tabla 20: Determinación del caudal medio diario en lps. Fuente: Elaboración propia. (2013). Determinación del caudal medio diario en lps. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

Según la densidad de población dada se determina el caudal medio diario en lps, y según los datos de INAA, y comparaciones con los otros datos de las instituciones estatales, la norma de consumo de agua se puede adoptar para las condiciones de Nicaragua y específicamente para el municipio de San Carlos como $q_{\text{habitante}} = 75 \text{ lppd}$.

Determinación del caudal máximo diario:

De tal manera los gastos diarios de agua que consume la población de la ciudad se reduce en la siguiente tabla.

Ba. Bello Amanecer, San Carlos (R.S.J)					
Gasto diario de agua, consumido por la población					
No	Año	Población	Área del Ba. (m ²)	Cmd (lps)	Caudal máximo diario (lps)
					CMD= 1.5*(Cmd)
1	2013	2010	100072.58	1.74	2.61
2	2032	2010	100072.58	1.74	2.61

Tabla 21: Gasto diario de agua, consumido por la población.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Gasto diario de agua. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor

Determinación del caudal máximo horario:

El gasto máximo horario que consume la población se muestra en la siguiente tabla.

Ba. Bello Amanecer, San Carlos (R.S.J)					
Gasto horario de agua, consumido por la población					
No	Año	Población	Área del Ba. (m ²)	Cmd (lps)	Caudal máximo horario (lps)
					CMH= 2.5*(Cmd)
1	2013	2010	100072.58	1.74	4.35
2	2032	2010	100072.58	1.74	4.35

Tabla 22: Gasto horario de agua, consumido por la población.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Gasto horario de agua. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

Determinación del consumo comercial: No se considerara el dicho consumo por que no existe en el lugar de estudio, comercios que lo ameriten y no se proyecta que haya en el futuro.

Determinación del consumo público: En el barrio se encuentra: un centro donde se realizan reuniones y seminarios (casa comunal), cuenta con 1 campo deportivo y 3 iglesias. El gasto que se considera se muestra en la siguiente tabla.

Servicios público o institucional	Cantidad	Porcentaje de consumo (%)	Caudal medio diario (lps)	Consumo público (lps)
<i>casa comunal</i>	1	7	1.74	0.1218
<i>Campo deportivo</i>	1	7	1.74	0.1218
<i>Iglesias</i>	3	7	1.74	0.3654
Total				0.609

Tabla 23: Resumen del consumo público a considerar en el diseño hidráulico, para la red de agua potable del barrio Bello Amanecer (San Carlos). Fuente: Elaboración propia. (2013). Resumen del consumo público a considerar en el diseño hidráulico, para la red de agua potable del barrio Bello Amanecer.

Determinación del consumo industrial: Con las condiciones actuales, este consumo no se considera, y no se proyecta tampoco el servicio para 20 años.

Determinación de agua para incendio: con la población en el año 2032, que es igual a 2010 habitantes, y por tabla 10; el agua para incendio no se considera.

Determinación de las fugas: se calcula como el 20% del caudal medio diario, y es igual a **0.35 lps**. **Caudal de diseño:** es igual a la suma de todos los consumos, agua para incendio y pérdidas en el sistema. Tabla 12 y 13. Siguientes.

Por Orden	Denominación del consumo	Gasto de agua en lps
1	Caudal máximo diario	2.61
2	Consumo comercial	0
3	Consumo público	0.609
4	Consumo industrial	0
5	Agua para incendio	0
6	Fugas y/o pérdidas	0.35
Total		3.57

Tabla 24: Gasto de agua en lps para el máximo día.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Gasto de agua en lps para el máximo día. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

Por Orden	Denominación del consumo	Gasto de agua en lps
1	Caudal máximo horario	4.35
2	Consumo comercial	0
3	Consumo público	0.609
4	Consumo industrial	0
5	Agua para incendio	0
6	Fugas y/o pérdidas	0.35
Total		5.31

Tabla 25: Gasto de agua en lps para la máxima hora.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Gasto de agua en lps para la máxima hora. San Carlos, Nicaragua: editado por el autor.

La fuente de donde será extraído el caudal de diseño será estudiado (P7. Ba Bello Amanecer), realizando un balance hídrico del sitio del proyecto para comparar caudales o aportaciones tanto por las precipitaciones como los volúmenes que serán extraídos del suelo, con este estudio observaremos si el caudal de recarga es mayor al extraídos para el consumo, sino hará un plan de extracción para satisfacer la demanda de la población.

Con el gasto máximo diario, se diseñara hidráulicamente la obra de captación, la línea de conducción y el tanque de almacenamiento.

Con el gasto máximo horario, se diseñara hidráulicamente la red de distribución del barrio Bello Amanecer.

2.9.3 Tanque de almacenamiento

Para el dimensionamiento de la cisterna de almacenamiento, se contempló los siguientes datos de campos:

Cota de fondo 53 m.

Caudal 3.57 lps.

Sección circular.

Volumen compensador: $V = 15\%$

Volumen de emergencia: $V = 20\%$

Cálculo del volumen de almacenamiento:

$$V_c = 3.57 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{86400s}{1dia} * \frac{15\%dia}{100} = 46.27m^3, \text{ es el volumen compensador.}$$

$$V_e = 3.57 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{86400s}{1dia} * \frac{20\%dia}{100} = 61.69m^3, \text{ es el volumen de emergencia.}$$

Volumen total de almacenamiento por la cisterna en el punto de captación.

$$V_t = V_c + V_e \quad (9)$$

$$V_t = 46.27 + 61.69 = 107.96 m^3 =, \text{ es el volumen total.}$$

Calculo de las dimensiones del tanque.

Como guía de dimensionamiento, se empleó las relaciones empírica 5 y 6, y tabla

13. Para una relación de $\frac{107.96}{100} = 1.08$, se obtiene un coeficiente $k = 2.0$

$$h = \frac{1.08}{3} + 2 = 2.36m, \text{ es la altura de la cisterna.}$$

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4*VOL}{\pi*h}}, \text{ es el lado transversal de la cisterna. (27)}$$

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4*107.96}{\pi*2.36}} = 7.65m$$

Finalmente, desde el punto de vista constructivo la cisterna tendrá una altura de 2.0m y borde libre 0.5m, para una sección circular con lado transversal igual a 2.5m de altura y 7.5m de diámetro. Ver anexo 7 juegos de planos.

2.9.4 Selección de la bomba, punto 1 el pozo existente al tanque de almacenamiento.

Para la selección de la bomba se consideraron los siguientes datos de campos.

Diámetro del pozo= 8”

Caudal de diseño 3.57 lps = 56.6 gpm.

Cota a nivel del suelo 40 msnm

Nivel estático del agua 160 pies

Variación estacional 20 pies

Material a utilizar PVC SDR-26 C=150

Abatimiento por bombeo= 23 pies

Longitud de la tubería de impulsión 728m = 0.728 km.

Accesorios	Cantidad
Válvula de compuerta V_C	1
Codo de 90° Radio Largo C-90°	1
Medidor de caudal M	1
Tee de paso directo Tee	1
Codo de 90° Radio Corto C-90°	4
Codo de 45° C-45°	10
Salida del tanque S	1

Tabla 26: Tabla resumen de accesorios para la tubería de conducción o impulsión pozo existente.

Fuente: Elaboración propia. (2010). Resumen de accesorios para la tubería de conducción. Concordia, Jinotega: Editado por el autor.

Para las condiciones descritas, se seleccionara una bomba de eje vertical o sumergible.

Determinación del diámetro de impulsión de la tubería.

Se usó la siguiente expresión: $\phi = 1.3X^{\frac{1}{4}}\sqrt{Q}$ (28)

Dónde: ϕ = diámetro (m)

X = número de horas de bombeo por día, adimensional, para el caso 16h

Q = caudal de diseño (m^3/s)

El diámetro de la tubería de impulsión es de 0.0702 m equivalente a 2.8 pulg, desde el punto de vista constructivo el diámetro se aproxima a 3 pulg, pero al analizar la conducción en EPANET el diámetro idóneo es el 4 pulgadas. Por tanto el diámetro de succión es el diámetro superior al de impulsión (6 pulg).

Cálculo de la carga total dinámica (CTD).

A partir de la siguiente expresión:

$$CTD = NB + CED + hf_{columna} + hf_{desc} \quad (29)$$

Donde: NB = Nivel más bajo del agua durante el bombeo (pies, m).

CED = Carga Estática de la Descarga (pies, m).

$hf_{columna}$ = pérdidas en la columna dentro del pozo (pies, m).

$hf_{descarga}$ = pérdidas en la descarga (pies, m).

NB = NEA + Variación + Abatimiento

NB = 160pies + 20pies + 23pies = 203 pie (61.874 m)

CED = Nivel del agua en la descarga – nivel más bajo en la superficie

CED = 56m – 40m = 16m = 52.5pies

Pérdidas en la columna (por norma).

Sumergencia= según normas es de 20 pie

$hf_{columna} = 5\%Lc$ Lc = longitud de la columna

$Lc = NB + Sumergencia$ (24)

$Lc = 203 \text{ pies} + 20 \text{ pies} = 223$ (67.97m)

$hf_{columna} = 5\%(67.97m) = 3.4m = 11.15pies$

Pérdidas en la descarga ($\sum h_{desc}$) con ($\Phi = 4'' = 0.100m$), se utiliza la tabla del anexo 8 Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).

Accesorios	Cantidad	Le (longitud equivalente) m	Total (m)
Válvula de compuerta V_C	1	0.7	0.7
Codo de 90° Radio Largo C-90°	1	2.1	2.1
Medidor de caudal M	1	10	10
Tee de paso directo Tee	1	2.1	2.1
Codo de 90° Radio Corto C-90°	4	3.4	13.6
Codo de 45° C-45°	10	1.5	15
Salida al tanque S	1	3.2	3.2
		Total	46.7

Tabla 27: Tabla resumen de pérdidas localizadas por metro de tubería recta.

Fuente: Elaboración propia. (2013). Resumen de perdidas localizadas por metro de tubería recta. San Carlos, Rio san juan: Editado por el autor.

$$L_{\text{real}} = L_{\text{tubería}} + L_e \quad (30)$$

$$L_{\text{real}} = 728\text{m} + 46.7 = 774.7 \text{ m}$$

$$h_{\text{descarga}} = 10.675 \left(\frac{0.00357}{150} \right)^{1.852} \frac{774.7}{0.100^{4.87}}$$

$$h_{\text{descarga}} = 1.68 \text{ m} = 5.6\text{pies}$$

$$\text{CTD} = 203 \text{ pies} + 52.5\text{pies} + 11.15\text{pies} + 5.6\text{pies} = 272.3\text{pies}$$

La carga total dinámica de bombeo igual a 272.3.pies pero le daremos un margen de confiabilidad de 15 por tanto será de 288 pies (88m), que es también la altura de bombeo H_b , y teniendo el caudal de diseño de 3.57 lps = 57 gpm, se selecciona la bomba del catálogo del fabricante, dando como resultado las siguientes características. En anexo 9 se presenta curva característica y curva de potencia tomados en cuenta para la selección de la bomba.

Condiciones finales de la bomba.

Del catálogo GRUNDFOS, SPA, SP; Bombas sumergibles, motores y accesorios 50 Hz. Páginas 37-40, se obtuvieron las siguientes condiciones.

Modelo AS6-30020-6, con potencia de motor igual a 15kw equivalente a 20 HP.

Eficiencia 70%

2.9.5 Diseño hidráulico de la línea de conducción del pozo a la cisterna

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción se consideraron los siguientes datos de campos.

Caudal de diseño 3.57 lps

Longitud de la línea 728 m equivalente a 0.728 km.

Material a utilizar PVC con C = 150

El diámetro económico de la tubería de conducción, se calculó en el inciso 2.9.4, del presente trabajo.

Calculo del golpe de ariete.

Cota del terreno en el pozo =40m

Cota del terreno en el tanque =53m

$H = 53 - 40 = 13\text{m}$

La sobre presión en la tubería se calculó con la siguiente expresión:

$$H_{ga} = \frac{(V * 145)}{\left[1 + \frac{(E_a * \phi)}{(E_t * e)}\right]^{0.5}} \quad (31)$$

Dónde:

H_{ga} : Sobre Presión máxima producida por golpe de Ariete en metros.

V: Velocidad del flujo en m/s.

E_a : Módulo de elasticidad del agua (20,670 kg/cm²)

ϕ : Diámetro interno de la tubería en cm. (10 cm)

E_t : Módulo de elasticidad del PVC (19672.59 Kg/cm² = 280000 psi)

e: Espesor de la pared del tubo en cm.(0.439 cm)

Material de la tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Concreto	5.0
Asbesto – cemento	4.4
Plástico	18.0

Tabla 28: Relación del módulo de elasticidad del agua y del material de la tubería.

Fuente: López, Cualla, R., A. (1999). Diseño de acueductos y Alcantarillados. 2 da edición. Bogotá, Colombia: editorial Alfa y Omega.

La velocidad en la tubería de impulsión será entonces $v = \frac{4Q}{\pi\phi^2} = \frac{4x(0.00357)}{\pi(0.100)^2} =$

0.455 m/s las condiciones de diseño en relación de velocidad, es que la velocidad calculada debe de estar en el rango de $0.4 \text{ m/s} < v \leq 2 \text{ m/s}$, por lo que el diámetro calculado está correcto.

$$H_{ga} = \frac{0.455 * 145}{\sqrt{1 + \frac{20,670 * 100mm}{19672.59 * 4.39mm}}} = 13.21m$$

Para un valor de carga estática de 13 m, se obtiene una presión total de trabajo igual a $13m + 13.21m = 26.21m$. Considerando que la presión ofrecida por la tubería PVC- clase 160 (SDR-26, ASTM-2241) es de aproximadamente $11.2 \text{ kg/cm}^2 = 112 \text{ m.c.a.}$, se concluye que es factible el usar tubería de PVC para la línea de conducción o impulsión por bombeo.

2.9.6 Red de distribución

Para la red de distribución se considera el caudal de máxima hora que es igual a 5.31 lps, este caudal será distribuido por lotes que influyen en cada uno de los nodos de red. Los datos de campos de reducen en la tabla 26.

Nodo	No. Lotes	Q (l/s)	COORDENADAS	
			X	Y
2	16	0.2536	187.036	1.3648
3	16	0.2536	192.2125	62.2481
4	12	0.1902	194.1284	112.6062
5	22	0.3487	183.5579	171.2638
6	12	0.1902	186.8698	271.5558
7	15	0.2378	116.1355	232.2344
8	10	0.1585	120.8953	177.6361
9	13	0.2061	121.034	171.7014
10	11	0.1744	73.727	169.4982
11	10	0.1585	29.8056	168.6343
12	10	0.1585	30.1686	89.0711
13	13	0.2061	75.4935	81.2142
14	16	0.2536	123.1286	73.2218
15	13	0.2061	269.6498	60.448
16	19	0.3012	271.588	113.9148
17	12	0.1902	276.2317	242.0292
18	16	0.2536	321.6409	60.8805
19	13	0.2061	323.5178	168.849
20	10	0.1585	326.6815	234.7844
21	19	0.3012	381.9833	60.0856
22	17	0.2695	380.5032	170.3702
23	10	0.1585	487.2766	177.3483
24	10	0.1585	434.1331	60.3339
25	12	0.1902	382.4771	0.5913
26	8	0.1268	611.4956	18.0951
	335	5.3100		

Tabla 29: Tabla resumen de distribución de caudales y coordenadas de nodos para Epanet.
Fuente: Elaboración propia. (2013). Resumen de caudales nodales.
San Carlos, Rio san juan: Editado por el autor.

El análisis del diseño se efectuó con el programa EPANET, y los resultados se plantean en el anexo 10

2.9.7 Inversión de la obra.

2.9.7.1 Costos de transporte

Los costos directos presentados en estos catálogos no incluyen ningún tipo de transporte, por lo que se debe de estimar el monto por transportar los distintos materiales y/o equipo al sitio del proyecto.

Materiales: Se consultó la guía de costos y el catálogo de precios de DURMAN ESQUIVEL-Nicaragua, algunos precios ya están totalizados por componente, por ejemplo: el costo de la instalación de un metro de tubería de PVC, ya incluye los costos de los materiales con que se construye en un metro de tubería de PVC (cemento, arena, piedrín, ladrillo cuarterón etc.)

Mano de obra: Se determinó como un porcentaje del costo unitario de la actividad (material + equipo). Este costo es de forma individual.

Equipos y Herramientas: Se obtuvo a partir de la guía de costos del FISE mencionada anteriormente, de acuerdo a la unidad de medida reflejada.

Para la determinación de los costos indirectos se aplicaron factores del total de costos directos de la obra.

Costos indirectos de operación:

- Gastos Administrativos: 15 % del costo directo (honorarios, sueldos, prestaciones y servicios)
- Alquileres y depreciaciones.
- Obligaciones y seguros.
- Materiales de consumo.

Costos indirectos de obra:

- Capacitación y promoción.
- Cargas Impositivas: IGV, IR, IM.

Cargos adicionales:

- Imprevistos: corresponde al 10 % del total del costo directo del Proyecto.
- Impuestos y Fianzas: 15 % de costo directo.
- Utilidad: 5 % del total del costo directo del Proyecto.

2.9.7.2 Impuestos

Los costos contenidos en esta guía no contemplan ningún tipo de impuesto gravado por las leyes de Nicaragua.

El presente presupuesto de estimación de costos e inversión total del trabajo **“Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan”**, refleja el precio unitario que constituye el precio de cada concepto de obra. Para obtenerlo se analizan sus componentes:

Costos Directos (materiales, mano de obra, herramientas y equipos).

Costos los Indirectos (gastos administrativos, impuestos y utilidad).

Para definir las etapas, se utilizó el “Catálogo de etapas y sub -etapas del nuevo FISE al 15 de Agosto de 2010”¹⁶, para proyectos de agua potable y saneamiento básico urbano. A partir del “Maestro de costos unitarios primarios”¹⁷ y del “Maestro de costos unitarios complejos del FISE”¹⁸, se determinó el costo relacionado a cada unidad en específica.

¹⁶ Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2010). *Catálogo de etapas y sub-etapas*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

¹⁷ Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2010). *Maestro de Costos Unitarios Primarios*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

¹⁸ Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2010). *Maestro de Costos Unitarios Complejos*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

2.9.7.3 Procedimiento metodológico para la determinación de los costos

- a- Cálculo de la cantidad de obra según los planos y las especificaciones técnicas del diseño.
- b- Cantidad de materiales, mano de obra y equipos en el proyecto Sistema de agua potable.
- c- Una vez calculada las cantidades de obras y analizados los materiales, mano de obra y equipos que intervienen en cada etapa del proyecto, se calcula el costo unitario por etapa y sub-etapa de actividades de obra tomando como base las guías de costo y presupuestos del FISE.
- d- Costo total directo que es la cantidad por el costo unitario de cada uno de los componentes: materiales, mano de obra y equipos.
- e- Cálculo del costo total directo de cada etapa que es la suma de costo total directo de materiales, mano de obra y equipos.
- f- Los costos indirectos: impuestos, imprevistos, administración resultan de la aplicación de un porcentaje al total de los costos como se indicó anteriormente.
- g- Al final se suma costos directos y los indirectos y se obtiene el costo total del proyecto.
- h- El costo de la construcción de pozo y estacion de bombeo fue tomado los costos unitarios de presupuestos realizados de pozos perforados y con datos recopilados de ENACAL.

Después de obtener resultados de la Memoria de cálculo, en la tabla 47 se muestra el **Take Off** del proyecto, conformado por 10 etapas constructivas, cuyo monto estimado es de **C14, 985,659.21** (catorce millones novecientos ochenta y cinco mil seiscientos cincuenta y nueve córdobas con 21/100 centavos) y su equivalente en dólar americano es de **\$ 599, 426.34** (quinientos noventa y nueve mil cuatrocientos veintiséis con 34/100 centavos) utilizando una tasa de cambio de C\$ 25 (veinte y cinco córdobas) equivalente a \$ 1 (un dólar americano).

PRESUPUESTO DE COSTOS DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, Bo BELLO AMANECER, SAN CARLOS, RIO SAN JUAN												
ETAPA	SUBETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO EN C\$			COSTO TOTAL DIRECTO EN C\$			COSTO TOTAL
						Material	Mano de obra	Equipo	MATERIAL	MANO DE OBRA	EQUIPO	
	0	Preliminares										123576.5007
1	1.1	Limpieza inicial	ml	2,786.64	13.85	2.95	3.25	7.65	8220.588	9056.58	21317.796	38594.964
	1.2	Trazo y Nivelacion	ml	2,786.64	14.78	3.11	3.72	7.95	8666.4504	10366.3008	22153.788	41186.5392
	1.3	Eliminacion de tubería de cualquier tipo	ml	2,254.35	17.25	5	7	5.25	11271.75	15780.45	11835.3375	38887.5375
	1.4	Rotulo tipo FISE de 1.22mx2.44m. Estr.meta y Zinc Liso	c/u	1	4,907.46	4,320.40	587.06	—	4320.4	587.06	—	4907.46
2	0	Mejoramiento de fundaciones y lines de conduccion Pozo-Tanque	ml									96000
	2.1	Concreto de 2,500 PSI (Proteccion de tubería lines de conduccion Pozo-Tanque)	m³	30	650	620	30	—	18600	900	—	19500
	2.2	Tubería de conduccion 4" HoFo	ml	150	510	500	10	—	75000	1500	—	76500
3	0	Linea de distribucion										8196747.68
	3.1	Excavación para tubería (incluye remoción de carpeta de rodamiento)	m³	1,671.98	354.12	350.12	4	—	585393.6376	6687.92	—	592081.5576
	3.2	Instalación de tubería de 4" PVC SDR-26	ml	480.71	3,754.70	3,750.20	4.5	—	1802758.642	2163.195	—	1804921.837
	3.3	Instalación de tubería de 3" PVC SDR-26	ml	273.45	3,454.50	3,450.00	4.5	—	943402.5	1230.525	—	944633.025
	3.4	Instalación de tubería de 2"PVC SDR-26	ml	2,032.48	2,238.50	2,234.00	4.5	—	4540560.32	9146.16	—	4549706.48
	3.5	Relleno de cama de arena	m³	746.78	123.50	120.00	3.5	—	89613.6	2613.73	—	92227.33
	3.6	Relleno y compactación	m³	1,671.98	127.50	120.00	7.5	—	200637.6	12539.85	—	213177.45
4	0	Conexiones intradomiciliares										262909.7
	4.1	Conexiones intradomiciliares 4"	c/u	56.00	923.50	923.50	—	—	51716	—	—	51716
	4.1	Conexiones intradomiciliares 3"	c/u	93.00	824.50	824.50	—	—	76678.5	—	—	76678.5
	4.3	Conexiones intradomiciliares 2"	c/u	186.00	723.20	723.20	—	—	134515.2	—	—	134515.2
5	0	Tanque de almacenamiento (cisterna)										180800
	5.1	Tanque de almacenamiento (cisterna) metalco de 28,524 glns. Incluye instalacion	global	1.00	150,000.00	150,000.00	—	—	150000	—	—	150000
	5.2	Construcción de perímetro de alambre en el tanque. Incluye instalación.	ml	200.00	154.00	150.00	4.00	—	30000	800	—	30800
6	0	Fuente y obras de toma										39745.7
	6.1	Canal de conducción pared de bloque	ml	10.00	1,988.65	1,988.65	—	—	19886.5	—	—	19886.5
	6.2	Pozo de captación	global	1.00	19,859.20	19,859.20	—	—	19859.2	—	—	19859.2
7	0	Pozo y estacion de bombeo										1147718.78
	7.1	Perforación de pozo (80m=260 pies), incluye mano de obra y equipo.	pies	260.00	3,450.80	—	—	—	897208	—	—	897208
	7.2	Instalación de equipo de bombeo y sarta de bombeo, incluye mano de obra.	global	1.00	70,256.80	—	—	—	70256.8	—	—	70256.8
	7.3	Construcción de caseta para equipo de bombeo, incluye mano de obra.	global	1.00	80,344.20	—	—	—	80344.2	—	—	80344.2
	7.4	Instalación eléctrica para el equipo de bombeo, incluye mano de obra.	global	1.00	89,909.78	—	—	—	89909.78	—	—	89909.78
	7.5	Construcción de perímetro de alambre de la caseta.	ml	400.00	—	—	25	—	—	10000	—	10000
8	0	Planta de purificacion										93450.9
	8.1	Equipo de cloración, incluye mano de obra	c/u	1.00	93,450.90	93,450.90	—	—	93450.9	—	—	93450.9
9	0	Prueba										140112
	9.1	Tubería	ml	2786.64	50	—	20	30	—	55732.8	83599.2	139332
	9.2	Resistencia a la compresion, incluye equipo.	c/u	52	15	—	15	—	—	780	—	780
10	0	Limpieza y entrega										53876.126
	10.1	Limpieza final	ml	3,456.76	13.85	2.95	3.25	7.65	10197.442	11234.47	26444.214	47876.126
	10.2	Entrega y detalles.	global	1	4,000.00	4,000.00	—	—	4000	—	—	4000
	10.3	Placa conmemorativa, incluye mano de obra.	c/u	1	2,000.00	2,000.00	—	—	2000	—	—	2000
		Subtotal costos Directos en C\$										10334937.39
		Costos indirectos de operación 15% del subtotal de costos directos, en C\$										1550240.608
		Impuestos 15% del subtotal de costos directos en C\$										1550240.608
		Imprevistos 10% del subtotal de costos directos en C\$										1033493.739
		Utilidades 5% del subtotal de costos directos en C\$										516746.8693
		COSTO TOTAL DE LA OBRA EN C\$										14985659.21
		COSTO TOTAL DE LA OBRA EN \$ (24.87 POR DÓLAR)										599426.3684

Tabla 30: Costo total del proyecto, en córdobas y dólares.
Fuente: Elaboración propia. (2013). Tabla de costo del proyecto. Bo: Bello Amanecer, San Carlos, Rio San Juan: Editado por el autor.

III. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

3.1 Resultados

Con respecto al diagnóstico de la situación actual de la zona de estudio se ha investigado que el municipio consta de 1,462 km² de superficie con una población total de 28,600 (censo Nacional 2005), de los cuales 24% de esta población es urbana y el 76% es rural. Con respecto al sitio de estudio (Bo. Bello Amanecer) existe una población promedio de 2100 pobladores que representa el 31% de la población urbana. Dicho barrio cuenta con 335 viviendas de acuerdo a la información recopilada en el campo.

De las 335 vivienda por teoría y práctica según Gómez, M., M. (2006)¹⁹, se estimó una muestra de 179 viviendas para aplicar las encuestas socioeconómicas. Los resultados obtenidos obedecen a un trabajo muy exhaustivo para el llenado de los formatos de encuestas, y estos son: De las ciento setenta y nueve (179) viviendas encuestadas, ciento sesenta (160) tienen servicio de agua, lo que equivale al 89% de cobertura, o sea que hay diecinueve (19) viviendas que no tienen servicio y doce (12) que se abastecen de los vecinos y cinco (5) se abastecen de pilas y dos (2) familias no brindaron información. Por otra parte de las ciento setenta y nueve (179) viviendas, ciento sesenta y una son propias y dieciocho de ellas son alquiladas.

En cuanto al funcionamiento del sistema, solo ocho (8) viviendas reciben el servicio una vez por semana, dieciocho (18) se abastecen dos veces por semana, ciento treinta y cuatro (134) que representan el 80% de las viviendas conectadas se abastecen tres veces por semana, y solo ocho (8) viviendas reciben el servicio cuatro o más veces por semana. Teniendo en cuenta que además de las 160 viviendas conectadas al servicio, 8 viviendas que reciben el servicio de los vecinos respondieron a la pregunta.

¹⁹ Gómez, M., M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas. p. 115.

Además con respecto al funcionamiento del sistema, ninguna vivienda recibe agua las veinticuatro horas, ciento treinta y nueve (139) viviendas que equivalen al 83% reciben el servicio de 2 a 5 horas, trece (13) reciben el servicio de 2 a 4 horas, cuatro (4) reciben el servicio de 4 a 6 horas y solo once (11) reciben el servicio más de 6 horas.

También de acuerdo al criterio de la población del barrio bello amanecer de San Carlos Rio San Juan, acerca del funcionamiento del sistema de agua potable de las 160 viviendas conectadas más 2 que se abastecen de los vecinos evalúan el servicio así, 78 viviendas que representan el 48 % de las viviendas que reciben el servicio como deficiente, 72 viviendas que representan el 44% regular, 7 viviendas bueno, 3 viviendas muy bueno y solo 2 viviendas que representan el 1.23% como excelente.

De las 160 familias que reciben el vital líquido a través del sistema actual de la red de agua potable se encuestaron 140 viviendas para ver la problemática del agua potable donde 24 familias consideran insuficiencia del sistema de abastecimiento, solo 12 familias opinan por escases del vital líquido en la zona y 104 familias que representan el 74% consideran falta de disponibilidad de inversión por partes de las autoridades.

En cuanto al Cálculo de la recarga potencial del acuífero mediante el balance hídrico del suelo, se ha terminado la evapotranspiración potencial siendo esta como se muestra.

<i>TEMP</i>	24.5	25.1	26	27.1	27	26.1	25.7	25.8	26	25.9	25.4	24.7
<i>Ps</i>	8.092	7.448	8.446	8.384	8.844	8.64	8.898	8.734	8.256	8.324	7.878	8.056
<i>EPT</i>	156.74	146.32	169.43	172.43	181.48	173.72	177.27	174.40	165.62	166.60	155.86	156.79

Dato importante para el cálculo de la recarga al subsuelo mediante la infiltración de las precipitaciones que depende del tipo suelo que en este caso es Franco Arcilloso, dicha recarga es de 199.90 mm que corresponde al 10.67% de las

precipitaciones anuales, siendo esta recarga la cantidad máxima de agua que se puede sustraer del acuífero para que no haya sobreexplotación.

Este recarga se compara con las extracciones (pozos) y este análisis nos muestra la existencia de un déficit de 14.96 mm de agua anuales.

Con referencia a la fuente de abastecimiento se ha analizado la necesidad de la construcción de otro pozo el cual estará ubicado a la par del existente, pero este tendrá mayor profundidad aproximadamente 230 pie y un diámetro de ADEME de 8" de acuerdo al caudal que pretende será extraído (3.51l/s), con nivel estático a una profundidad de 160pies, una variación estacional de 20pies y abatimiento de 23pies. Estas características son relacionadas con la fuente ya existente en el sitio.

De ante mano por análisis físicos-químicos realizados a la fuente se sabe que está en buena calidad para el consumo humano, de acuerdo ENACAL (anexo 6).

Seguidamente se desarrolló el diseño del sistema de agua potable, para ello se consideraron las normas técnicas del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, lo cual este cuenta con las tablas de dotaciones para determinar el caudal de diseño, los resultados obtenidos fueron:

- Con respecto a la proyección de población en los 20 años de vida útil del proyecto se ha considerado por las observaciones de campo realizadas y análisis hecho, que el barrio en estudio está completamente saturado por tanto la población a servir será siempre las misma de 2100 habitantes.
- Consumo máximo día (CMD) igual a 3.57 lps, y un consumo máxima hora igual a 5.31 lps.
- una línea de conducción de la fuente (pozo) al tanque de 728 ml con 4" de diámetro y material PVC SDR-26.
- Un tanque de almacenamiento con capacidad de 107.96m³ equivalente a 28,524 galones, con altura de 2.5m y un diámetro de 7.5m
- Bomba de 20HP con in motor d 15 KW y una eficiencia de 70%.

Se evaluó el golpe de ariete para la tubería de conducción que será de PVC con diámetro de 4" dando como resultado de 26 m.c.a para la tubería de conducción de pozo-Cisterna.

Una bomba de eje vertical con trabajo de 16 horas al día, diámetro de la tubería de impulsión de 6" y material HoFo; una carga total dinámica (CTD) de 288 pies; una sarta de bomba que comprende, codo de 90° radio medio, codo de 90° radio corto, codo de 45°, medidor de flujo, tee de paso directo, válvula de compuerta y válvula de retención.

Se consideró un sistema de red para la distribución del agua hacia las viviendas, la distribución del caudal se realizó por lotes para una mayor precisión, dando como resultado los datos que se muestran en la tabla 26. Todo el sistema posee una longitud lineal de 2786.84 ml de tuberías de material PVC y con diámetros de 4", 3" y 2", se consideran válvulas de compuertas para la regulación y 335 conexiones domiciliarias.

Se establecieron 33 nodos en todo el sistema, cada nodo con su respectiva coordenadas, ver tabla 26.

El análisis hidráulico se realizó con el programa EPANET, presentando los siguientes resultados: de 14.41 m.c.a como presión mínima, 29.59 m.c.a. como presión máxima en los nodos; y 0.12 m/s como velocidad mínima, 0.49 m/s como velocidad máxima en las líneas.

Finalmente se determinaron los costos y la inversión total del proyecto de agua potable, para los costos se construyó una tabla dinámica en Microsoft Excel, y esta se dividió en columnas cuya características son: descripción, unidad de medida, costo unitario, el costo unitario se dividió en material, mano de obra y equipo; y otra columna de costos total, lo cual esta asciende a C\$ **14, 985,659.21** (catorce millones novecientos ochenta y cinco mil seiscientos cincuenta y nueve córdobas con 21/100 centavos). y su equivalente en dólar americano es de

\$ 599, 426.34 (quinientos noventa y nueve mil cuatrocientos veintiséis con 34/100 centavos) utilizando una tasa de cambio de C\$ 25 (veinte y cinco córdobas) equivalente a \$ 1 (un dólar americano).

3.2 Conclusiones

Después de haber realizado el presente trabajo monográfico se ha consolidado toda la información acerca del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, en el cual obtuvimos las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al diagnóstico mediante encuestas realizadas a las 179 viviendas de 335 existentes en el Bo. Bello Amanecer (San Carlos Rio San Juan), los resultados arrojaron una aceptación total del proyecto, en la cual los habitantes están dispuestos a colaborar en mano de obra para la construcción del sistema, y en el pago del servicio una vez este se encuentre en operación.
- La información topográfica fue suministrada por la municipalidad, información que fue procesada con software (CIVIL 3D), para la creación de los perfiles de los diferentes elementos que constituyen el sistema y conocer la ubicación de elementos hidráulico.
- Para saber la situación actual y capacidad del manto acuífero del sitio del proyecto por tanto se calculó la recarga potencial del acuífero mediante el balance hídrico del suelo con apoyo de ENACAL (Managua), implementando una hoja de Excel, este cálculo se comparó con los volúmenes que son extraídos dando como resultado un déficit de 14.96 mm, por lo cual se tendrán que implementar planes integrados para la explotación del recurso.
- Con respecto al diseño del sistema de agua se ha analizado que el pozo de donde será extraído el caudal de diseño será construido contiguo al existente dado que en este lugar hay presencia de agua con la consideración que será con una mayor profundidad, teniendo en cuenta que todas las características de un pozo son determinadas por pruebas de bombeo (producción,

abatimiento, variación, nivel estático y dinámico, etc), por tanto se recomendará la elaboración de dichas pruebas para saber con exactitud las características que tendrá el pozo que será utilizado. El déficit que se presenta en el balance no quiere decir que no haya más agua en el subsuelo, solo que será suministrada implementando un plan de distribución para la conservación del elemento hídrico. Sabiendo también que el agua reúne los requisitos de calidad para el consumo humano dado que cumple con las normas CAPRE (por análisis realizados se ha determinado que esta agua no presenta coliformes fecales y solo 0.9 ml/L de residuos de cloro, los cuales están dentro del rango de la normalizaciones existentes), por tanto seguirá siendo tratada con la misma proporción de cloro.

Todo el conjunto del sistema hidráulico, se evaluó con el programa EPANET y presento una ejecución del 98% de efectividad lo que garantiza que todos los elementos hidráulicos funcionan con la propuesta establecida de Fuente-Tanque-Red, y que está en consideración a cualquier cambio de dimensión que se desee realizar para la disminución de costos.

- Finalmente se ha determinado el costo total de inversión del proyecto el cual se estimó en base a los precios reales en el comercio, tocando también la guía de precios del FISE actualizado a Marzo 2010, cualquier precio presentado en el proyecto, puede variar según se presente la inflación de precios en el año, por lo que el monto total de C\$ **14,985,659.21** (catorce millones novecientos ochenta y cinco mil seiscientos cincuenta y nueve córdobas con 21/100 centavos).

El equivalente en dólar americano es de \$ **599,426.34** (quinientos noventa y nueve mil cuatrocientos veintiséis con 34/100 centavos) utilizando una tasa de cambio de C\$ 25 (veinte y cinco córdobas) equivalente a \$ 1 (un dólar americano).

3.3 Recomendaciones

- Siempre que se realice un proyecto social es de vital importancia el aporte que brinde la población para la conservación y protección, por lo tanto se recomienda realizar campaña y/o capacitación del uso del agua para consumo humano, de igual manera realizar conciencia con respecto al medio ambiente y sensibilización en pro del mantenimiento libre de contaminación del sistema.
- Para asegurar la mayor vida útil del sistema y el correcto funcionamiento, se deben de realizar mantenimiento preventivo y periódico al sistema de agua potable y de esta forma optimizar recursos para evitar el mantenimiento correctivo.
- Es necesario elaborar un plan inmediato desde el punto de vista de manejo integrado de cuenca (Reforestación, Plan de manejo de desechos sólidos y líquidos, protección de laderas, regulación del extensionismo agrícola, conservación de suelos, regulación de las inundaciones, infiltración de aguas pluviales hacia el sub suelo etc.), a fin de proteger, preservar e incrementar la capacidad productiva del Acuífero.
- Buscar fuentes alternativas futuras de abastecimiento de Agua Potable
- Mesurar técnicamente cada nueva solicitud de perforación de pozos especialmente en las subcuencas afectadas por la aparente sobreexplotación, priorizando las factibilidades en función del abastecimiento de agua para un municipio que enfrenta todavía una crisis de acceso al vital líquido para una buena parte de sus pobladores.
- Hay muchos aspectos que no se tomaron en cuenta en el balance hídrico del sitio de estudio por la falta de información por tanto se recomienda sobre las pérdidas que se generan en los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, dado que estas fugas un porcentaje se vuelve recarga para el subsuelo.

- De manera general se recomienda seguir paso a paso lo que se presenta en este documento en la ejecución del proyecto (especificaciones técnicas y dimensiones determinadas en los cálculos respectivos).

BIBLIOGRAFIA

Alcaldía Municipal. (2013). *Mapa de ubicación y topográficos de la zona de estudio*. San Carlos, Rio San Juan, Nicaragua: Ficha Municipal.

Baca, Urbina, G. (2001,2006). *Evaluación de proyectos*. 5ta edición. México, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Baltodano, J., A. (2003). Folleto de abastecimiento de agua del curso explotación y administración de recursos hídricos elaborado. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de la Construcción UNI-RUPAP.

Carrera, Ordoñez, F., Lanza, Mejía, N. (1985). Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua y canalización de la ciudad. Trabajo de Diploma, sometido a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN). p. 59.

Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). *Guía de costos – Nuevo FISE*. Managua, Nicaragua: Nuevo – FISE.

Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). *Catálogo de Etapas y Sub-Etapas*. Managua, Nicaragua: Nuevo – FISE. División de desarrollo institucional

Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2010). *Maestro de Costos Unitarios Primarios*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2010). *Maestro de Costos Unitarios Complejos*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

Gómez, M., M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas. p. 115.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1998). *Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua: INAA.

Ing. Dr. Víctor Rogelio Tirado Picado (2010). *Apuntes de ingeniería sanitaria*

Muñoz, R. M. (s.f.). *Guías para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos para localidades del área rural*. p. 2.

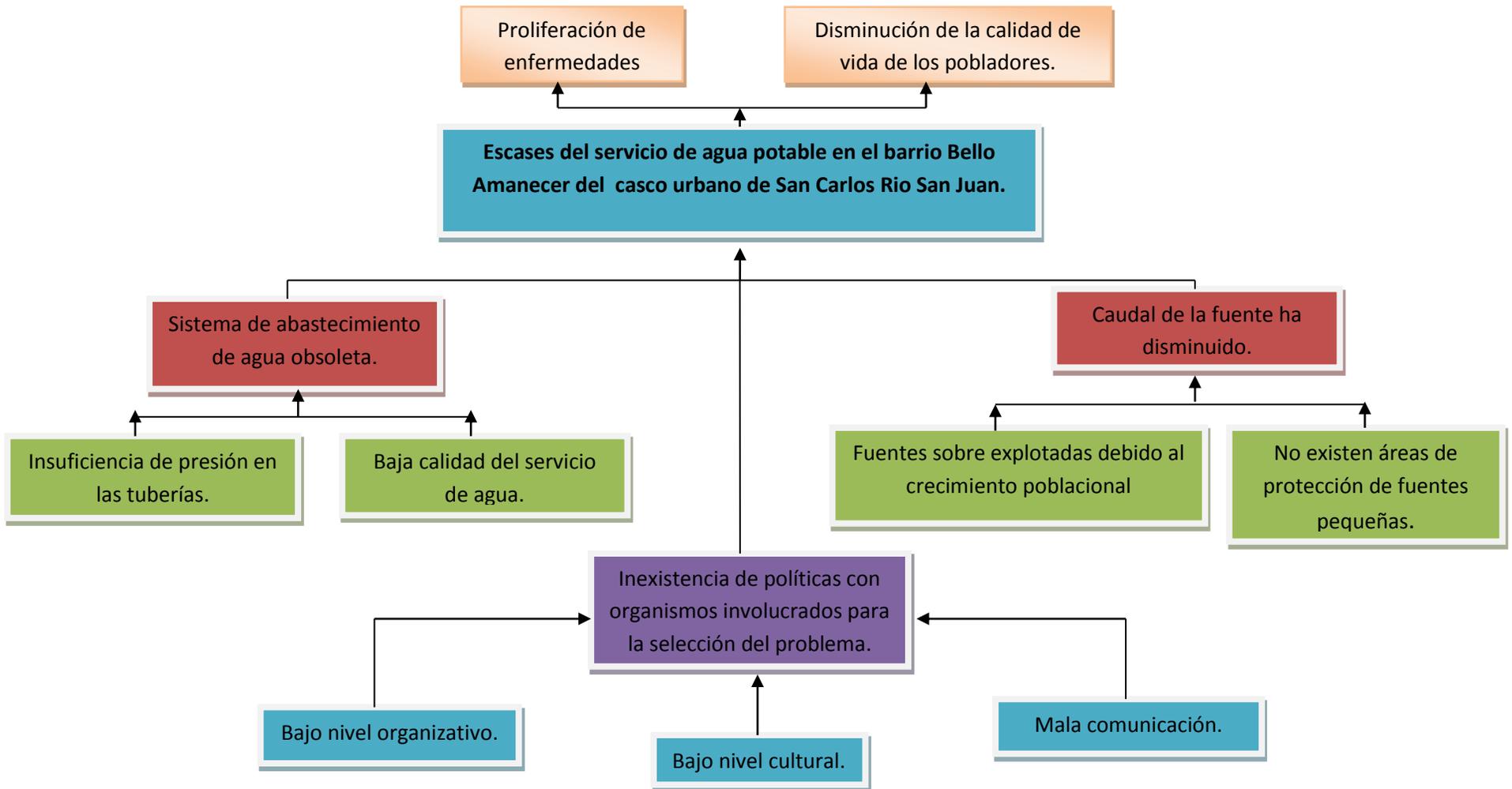
Peggy Maritza Urrutia Calero (2010), *Monografía sobre formulación de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad la concordia*.

Sapag Puelma, J. M. (2000). *Evaluación de proyectos: Guía de ejercicios, problemas y soluciones*. 2da edición. Santiago, Chile: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE CHILE LTDA.

S.a. (s.f.). Tema I: *Concepto de Diagnóstico*. Recuperado el 11 de enero de 2010, de http://html.rincondelvago.com/diagnostico_1.html

ANEXOS:

Anexo 1 árbol de problema.



Anexo 2 Matriz de Involucrado

Grupo	Interés	Problema Percibido	Recursos y Mandatos
Alcaldía Municipal de san Carlos	Es el de cumplir y hacer cumplir lo establecido en la Ley 40 y 261, Reformas e Incorporaciones a la Ley 40, "Ley de Municipio", mediante la ejecución de inversiones para proyectos sociales destinados a la población por medio de los impuestos, recaudaciones y donaciones.	Demanda de servicios de agua del barrio bello amanecer de la ciudad de san Carlos. No existe un plan de acción que le permite gestionar y canalizar las inversiones.	M: Ley 40, Ley 261; Reformas e Incorporaciones a la Ley 40 "Ley de Municipios".
			R: Posee un presupuesto y Recursos Humanos.
Empresa Nicaragüense de Alcantarillado (ENACAL)	Prestar el servicio de agua potable y velar que estos operen de manera adecuada a través de los mini acueductos y alcantarillados; y plantas de tratamientos y por medio de la potabilización de agua.	No se cuenta con un micro medición domiciliar. Baja calidad del servicio agua. Mal estado de algunas o partes de los sistemas.	M: Obedece a la ley 620 Ley General de Aguas Nacionales
			R: Posee recursos financieros y presupuesto de inversión
Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)	Velar por que los recursos naturales sean explotados de manera razonable y conservándolo para el desarrollo y uso sostenible del mismo, por medio del Decreto 19/96: Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.	No existen áreas de protección de las fuentes pequeñas. No existe un plan de explotación de los recursos.	M: Obedece al Decreto 09/96 y Decreto 19/96, Creación del Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales, Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales respectivamente.
Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA)	Regular todos los aspectos relacionados con la prestación de los servicios de agua potable.	Carencia de instrumentos para la administración de los servicios. Baja tarifas de agua y en algunos casos ausencia de la misma.	M: Obedece a la Resolución No. CD-RT-009-00, Reglamento de Servicios al Usuario

Tabla 31: Matriz de Involucrados.

Fuente: Elaboración propia. (2010). Matriz de Involucrado. Managua, Nicaragua.

Grupo	Interés	Problema Percibido	Recursos y Mandatos
Ministerio de la Salud (MINS)	Preservar la salud la salud y la higiene comunal de los y las nicaragüenses, por medio de jornadas de salud y prevención de las endemias, epidemias y pandemias.	Falta del líquido vital en los hogares y Desconocimiento de la calidad del agua.	M: Obedece al Decreto No. 001-2003, Reglamento de la Ley General de Salud.
Comunidad	Mejoramiento del servicio de agua potable y mayor control de la calidad del agua.	Insuficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable.	-----
Comité de Desarrollo Municipal (CDM)	Dar el seguimiento a las estrategias aplicadas al territorio local, mediante una serie de objetivos, a medio y largo plazo, sobre la organización del desarrollo del territorio y definir aquellas actuaciones que permitan alcanzar los objetivos teniendo en cuenta el comportamiento probable del entorno tanto local como externo.	No hay un buen uso del sistema financiero para manejo de fondos del sistema. Falla en la legalidad de las fuentes. Desconocimiento de la calidad del agua.	M: Obedece al conceso de los habitantes.
			M: Obedece a las resoluciones establecidas por el Consejo Municipal
			R: Posee recursos Humanos.

Continuación de Matriz de Involucrados.

Fuente: Elaboración propia. (2010). Matriz de Involucrado. Managua, Nicaragua.

Anexo 3 Matriz de Marco Lógico para Investigación. (MMLI)

Objetivo General	Objetivo Específico	Fuente de Información	Tipo de Información	Instrumentos para recopilar la Información	Procedimiento para recopilación de la Información	Forma de procesamiento de la Información	Análisis de la Información
Diseñar la red de abastecimiento de agua potable en el barrio Bello Amanecer del casco urbano de San Carlos Rio San Juan para un periodo de 20 años (2012-2032).	Recopilar información sobre las condiciones de vida de los habitantes y el estado actual de la red de abastecimiento de agua potable.	Jiménez, R. Director de ENACAL San Carlos R.S.J, Nicaragua. Gutiérrez, Novoa, J. (2012). Alcalde de la ciudad de San Carlos. Rio San Juan, Nicaragua. Comité de Alcaldía. (2012). Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). San Carlos, Rio San Juan. Habitantes del Barrio Bello Amanecer (2012). San Carlos, Rio San Juan.	Primaria y Secundaria	Documentos formulados de entrevistas, encuestas y cuestionarios socioeconómicos. Ficha municipal de San Carlos. Plan de desarrollo local (PDL). Ley 40, ley General de Municipio.	Se elaborara y aplicaran preguntas directrices a los actores, de tal manera que nos permita obtener repuestas ponderables para asignarles un valor número y de esta manera realizar una evaluación cuantitativa. Se seleccionara la muestra de personas a entrevistar. Se realizaran visitas in situ, y observaciones directas. Consulta en Internet.	Se procesaran los resultados obtenidos de las entrevistas, encuestas y cuestionarios, utilizando la herramienta de hoja de cálculo de Excel. Se revelaran e imprimirán fotografías.	Se analizaran mediante graficas de barra y pastel, para establecer la duda sobre la necesidad o problema a plantear y resolver; y se identificarán variables para determinar un mapa de influencia entre los datos y las variables. Se estudiara la relevancia de impacto de las fotografías.
	Diseñar hidráulicamente la red de abastecimiento (SAAP).	Instituto Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado, ente regulador (INAA). (2013). Normativas. Managua, Nicaragua. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitario (ENACAL). (2013).	Primaria y Secundaria	Normas para la clasificación de los recursos hídricos. Reglamento de servicios al usuario. Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua.	Se seleccionaran los instrumentos. Se detectara la información más importante de los instrumentos, que permita realizar un diseño metodológico para los sistemas de agua potable y saneamiento básico. Se establecerán criterios de diseño. Consulta en Internet.	Se compilara la información de los instrumentos para establecer una metodología de diseño y cálculo, utilizando la herramienta de Microsoft Word.	Se establecerán criterios de inclusión y exclusión, estudios de opinión y necesidades expresadas en el medio (especialista).
	Realizar un estudio hidrogeológico.	Bibliografía. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitario (ENACAL). (2013). Ing. Benedito Valdés (departamento hidrología ENACAL). Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)	Primaria y Secundaria	Entrevistas, memorias.	Se elaborara preguntas acerca del tema de interés y pedirán formatos de trabajos realizados para la implementación de estos para el tema en estudio (hojas de cálculos etc.)	Se procesara la información utilizando herramientas de Microsoft Word y Microsoft Excel.	Se analizaran mediante comparaciones de resultados, opinión y necesidades expresadas en el medio.
	Determinar los costos y la inversión total del sistema de agua potable del Barrio Bello Amanecer.	Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). Guía de costos - Nuevo FISE. Managua, Nicaragua. Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). Catálogo de Etapas y Sub-Etapas. Managua, Nicaragua.	Primaria y Secundaria	Guía de costos. Catálogo de etapas y sub-etapas.	Se seleccionaran los instrumentos, para establecer la información más importante para la elaboración de un presupuesto para este tipo de proyectos. Consulta en Internet.	Se compilara la información de los instrumentos para establecer una guía metodológica para el cálculo de la inversión, utilizado la herramienta de Microsoft Excel y Microsoft Word.	Se establecerán criterios de inclusión y exclusión, estudios de opinión y necesidades expresadas en el medio (especialista).

Tabla 32: Matriz de Marco Lógico para Investigación.
Fuente: Elaboración propia. (Julio 2013). Matriz de Marco Lógico para Investigación. Managua, Nicaragua.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES						
Tipo	Variable	Definición	Sub-variable	Indicador	Valor	Escala
Independiente	Diseñar la red de abastecimiento de agua potable en el barrio Bello Amanecer del casco urbano de San Carlos Rio San Juan para un periodo de 20 años (2012-2032).	Procedimiento para el diseño definitivo de cada uno de los elementos que constituye un sistema de agua potable para el barrio Bello Amanecer de San Carlos Rio San Juan.	Estudio técnico	Un documento a nivel de diseño definitivo de los requerimientos técnicos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.	Alcances, horizonte de tiempo, alternativa, área de influencia, dimensionamiento.	Cuantitativa
Dependiente	Recopilar información sobre las condiciones de vida de los habitantes y el estado actual de la red de abastecimiento de agua potable.	Establecer los resultados de la situación actual económica, social y cultural, del Barrio Bello Amanecer, San Carlos Rio San Juan.	Estudio poblacional	Un documento resumen de la situación actual de la población del barrio bello Amanecer del casco urbano de san Carlos.	Habitantes	Cuantitativa / Cualitativa
			Estudio hidráulicos	Un documento resumen de la situación actual del sistema de agua potable del barrio Bello Amanecer en el municipio de San Carlos.	Caudal (lps), diámetro de la tuberías (m, pulg), volumen (m ³), cantidad de tuberías (m), beneficiarios.	Cuantitativa
Dependiente	Diseñar hidráulicamente la red de abastecimiento (SAAP).	Procedimiento metodológico para el diseño de un sistema de agua potable, y saneamiento básico.	Diseño hidráulico	Un instrumento metodológico para el diseño y cálculo de los elementos hidráulicos del nuevo sistema de agua potable.	Población, consumo (lppd), caudal (lps), capacidad (m ³), cantidad de tuberías (m), diámetro (m, pulg).	Cuantitativa
Dependiente	Realizar un estudio hidrogeológico.	Procedimiento metodológico para la determinación del balance Hidrológico de una cuenca o sub-cuenca.	Recarga en el sub-suelo	Un documento de resumen de la situación actual de las aportaciones debido a las precipitaciones en comparación con las extracciones.	Aportaciones (mm), recarga (mm), caudal (lps)	Cuantitativa
Dependiente	Determinar los costos y la inversión total del sistema de agua potable del Barrio Bello Amanecer.	Proceso de establecer una metodología para la determinación de los costos de la inversión.	Take Off	Un manuscrito de resumen de los cotos de la inversión del proyecto	Cantidad, unidad de medida, costo unitario (\$, c\$), costo total (\$, c\$).	Cuantitativa

Tabla 33: Tabla de operacionalización de las variables.

Fuente: Elaboración propia. (Julio 2013). Operacionalización de las variables. Managua, Nicaragua.

Anexo 4. Matriz de análisis para la selección del área de investigación.

Área	Bloque de materias de la especialidad de Ing. Civil	Sub-área	Tema genérico	Tema específico	Especificación del tema	Planteamiento del problema.
Área de tecnología Ingeniería Civil	Hidráulica II Ing. Sanitaria I, II Hidrología	Sistema de alcantarillado e hidrotecnia vial.	<ul style="list-style-type: none"> • Alcantarillado sanitario. • Sistema de abastecimiento de agua potable. • Presa. • Drenaje pluvial. • Hidrometría. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de alcantarillado sanitario. • Sistema de abastecimiento de agua potable por MABE. • Diseño de una presa con piedra cantera. • Diseño de un drenaje pluvial. • Estimación de crecida. 	Propuesta de diseño de la red de abastecimiento de agua potable en el barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan.	<ul style="list-style-type: none"> • Población que exige este servicio. • Falla en los elementos del sistema. • Fuente sobre explotada. • Crecimiento poblacional.

Tabla 34: Tabla de análisis para la selección del área de investigación.

Fuente: Elaboración propia. (Julio 2013). Matriz de análisis para la selección del área de investigación. Managua, Nicaragua.

Anexo 5. Encuesta

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.**

Fecha: _____

El objetivo de la presente encuesta, es establecer la situación actual del estado del sistema de agua potable del barrio Bello amanecer del casco urbano de san Carlos, departamento de Rio San Juan. Por lo que se requiere de su valioso aporte y legitimidad en cuanto a sus respuestas, por lo antes expuesto rogamus que conteste con veracidad marcando con un chek o una X la selección de interés.

1. Nombre del barrio _____

2. Encuesta número _____

3. La vivienda es

Propia

Alquilada

4. ¿Cuánto años tiene de habitar en este barrio?

a. De 1 a 5 años

b. De 6 a 10 años

c. De 11 años en adelante

5. ¿Cuántas persona habitan en esta vivienda? _____

De ellos cuántos son:

Niños < 5 años

5 < niños < 12 años

12 < adolescentes ≤ 21 años

21 < adultos ≤ 60 años

60 < ancianos < 100 años

6. Su hogar cuenta con los servicios básicos de:

Agua potable

Alcantarillado sanitario

Luz eléctrica

- Si cuenta con el servicio de agua potable, como considera que es dicho servicio:

Deficiente Regular Bueno Muy bueno Excelente

- Si no cuenta con el servicio de agua potable.

¿De dónde se abastece para el consumo doméstico?

Río Pipa Barrio vecino Pozo artesanal otro

7. ¿Cuántas veces por semana se le presta el servicio de agua potable?

- a. 1 vez por semana.
- b. 2 veces por semana
- c. 3 veces por semana.
- d. 4 o más veces por semana.

8. ¿Cuánto tiempo recibe este servicio?

- a. De 1 a 2 horas
- b. De 2 a 4 horas
- c. De 4 a 6 horas
- d. Más de 6 horas

9. ¿Cuál cree usted que es la principal causa de este problema?

- a. Ineficiencia del sistema de abastecimiento
- b. Escases del vital líquido en la zona.
- c. Falta de un tanque de abastecimiento.
- d. Disponibilidad de inversion por parte de las autoridades

10. ¿Considera necesario la construcción de un nuevo sistema de abastecimiento agua potable? Sí No

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.**

Fecha: _____

Cuestionario del estado actual de la Red de Abastecimiento de agua potable.

El objeto del presente cuestionario es establecer la situación actual de la calidad de servicio de agua potable que existe en el barrio bello amanecer del casco urbano de San Carlos, del departamento de Rio San Juan.

1. ¿Cuánto tiempo considera usted que tiene el sistema actual?
2. ¿Considera necesario que se sustituya o analice el porqué de los problemas de abastecimiento de agua potable?
3. ¿Qué recomendación daría en cuanto al tema en estudio?
4. ¿Considera que ENACAL le ha dado un adecuado mantenimiento a la red de abastecimiento de agua potable?
5. ¿Dónde considera que pueden ser descargadas las aguas residuales provenientes de los barrios a involucrar en el proyecto?
6. ¿Considera usted que se pueda anexar este nuevo caudal a la red actual?
7. ¿Qué información tiene ENACAL sobre la red actual de alcantarillado sanitario?

Anexo 6: Datos de estudios de la calidad del agua de la fuente.



EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA AMBIENTAL – DEPARTAMENTO DE CALIDAD DEL AGUA

Sección de Investigación y Supervisión de Calidad del Agua

INFORME DE VISITA DE SUPERVISION DE CALIDAD DEL AGUA EN LOS ACUEDUCTOS DE SAN CARLOS, SAN MIGUELITO, DPTO RIO SAN JUAN

I. OBJETIVOS

- Supervisar la calidad del agua proporcionada a la población en los diferentes acueductos nacionales administrados por ENACAL, a través de monitoreo bacteriológico y cloro residual en red de distribución, inspecciones sanitarias en pozos; así como la optimización del consumo de productos químicos.

II. FECHA DE VISITA:

18 al 20 de Septiembre 2012

III. PERSONAL PARTICIPANTE

- Ing. Yara Midence L.
- Tec. Aura Pérez

Dpto Calidad del Agua
Laboratorio Central

IV. CONSIDERACIONES GENERALES

Se realiza esta visita para supervisar la calidad del agua en Acueductos de San Miguelito y San Carlos, Dpto. Río San Juan, como parte del seguimiento que el Departamento de Calidad del Agua realiza en acueductos administrados por ENACAL.

El acueducto **San Miguelito**, es abastecido por 4 pozos perforados el PP No.1, PP No.2, PP No. 3 , PP No.4 y 620 conexiones. El clorador está instalado en el tanque, donde se cloran los cuatro pozos con hipoclorito de calcio, sin embargo el PP No.3 tiene conexiones que van directamente a la red sin clorar.

El acueducto de **San Carlos**, está constituido por 1,294 conexiones domiciliarias y cuatro pozos perforados; el PP No.7 Bello Amanecer que bombea directamente hacia la red y tiene instalado un inyector eléctrico., los PP No. 8, PP No. 9 y PP No.10, que bombean directamente hacia el tanque, donde se cloran a la salida del mismo a través de un inyector eléctrico, antes de ir a la red. Tanto en el tanque como en el PP No.7 aplican hipoclorito de calcio.



**MEMORANDUM
DCCA/519/10//2012**

A: SR. RAMON JIMENEZ
Delegado Departamental ENACAL Río San Juan

DE: ING. MARTIN BRENES S.
Jefe de Dpto. de Calidad del Agua



**REF: INFORMES DE VISITA A LOS ACUEDUCTOS
DE SAN MIGUELITO Y SAN CARLOS, RIO SAN JUAN**

Fecha: 09 de Octubre del 2012

Adjunto a la presente le remito Informe de Supervisión de Calidad del agua en los Acueductos de San Miguelito y San Carlos, cuya visita se realizó los días 18 al 20 de septiembre del corriente año, generándose las siguientes conclusiones y recomendaciones:

ACUEDUCTO SAN CARLOS

En el acueducto San Carlos, tanto los pozos como la red cumplen con las Normas CAPRE en coliformes fecales, sin embargo el cloro residual no cumple, ya que de 5 puntos monitoreados, en cuatro no se encontró cloro residual.

En el PP No.7 no estaban clorando desde hace 8 días por obstrucción en la rejilla del dispositivo de succión (pascón), el cual sólo requería de una sencilla limpieza para que funcionara. Para hacer este tipo de mantenimiento no se requiere que lo haga personal especializado, simplemente el operador puede limpiar este pascón con un cepillo, para retirar las impurezas del hipoclorito de calcio que se le adhieren.

Con respecto al clorador ubicado en el tanque, es urgente sustituir el tubo donde se inyecta la solución de cloro, ya que se encuentra severamente oxidado y por esta causa no se está clorando.

Las casetas y el predio de los pozos PP No.7, No.8 y No.10 presentaron buenas condiciones higiénicas, no así el PP No.9, cuya caseta necesita limpieza.

Se deben registrar las lecturas de cloro residual que se realizan tanto en el punto de aplicación como en la red.

Están pendientes los resultados físico-químicos, Arsénico, Plomo y Manganeso, cuyo informe se emitirá por separado, cuando el laboratorio central entregue reportes de análisis.

V. TRABAJO REALIZADO

Acueducto San Carlos

Se capturaron muestras para análisis físico-químicos, Coliformes fecales, Arsénico y metales (Manganeso y Plomo) en los PP No.7, PP No.8, PP No. 9 y PP No. 10.

En cinco puntos de la red se realizaron lecturas de cloro residual, captando muestras para análisis de coliformes fecales, los cuales fueron realizados por personal de laboratorio central (ver resultados en Tabla No.2).

Tabla No.2: Parámetros determinados en pozos y red de distribución del Acueducto de San Carlos.

Punto No.	UBICACIÓN	Fecha	Cloro residual mg/L	Coliformes fecales UFC/100ml
1	PP No. 7	18 y 19 de septiembre 2012	---	0
2	PP No. 8		--	0
3	PP No. 9		--	0
4	PP No. 10		---	0
5	Detrás PP No.7, Marisol Bolaños		0.9	0
6	Allan Betanco, Esq. Op. Iglesia		0.0	0
7	Filial ENACAL.		0.0	2
8	Julio Chamorro Caruna 1c. sur		0.0	0
9	Tienda El Baratón, Mercado 120 v al Malecón		0.0	0

De los 5 puntos monitoreados en la red sólo en uno se encontró cloro residual (0.9 mg/L), el resto fue cero. Se observa en la tabla que en el punto 7 (Filial ENACAL) se encontraron 2 UFC/00 ml de coliformes fecales.

La deficiencia en la cloración obedece a que el clorador del pozo No.7, no estaba funcionando desde hace 8 días porque supuestamente estaba obstruido. Sin embargo verificamos que no había obstrucción sino que estaba sucia la rejilla de del dispositivo de succión (pascón); luego de limpiarla, el inyector funcionó normalmente.

Tampoco estaba funcionando el clorador ubicado en el tanque, debido a que el tubo donde se inyecta el cloro está severamente oxidado y puede romperse con la presión.

Ajuste de productos químicos

- En el PP no.7 no se ajustó la dosis de cloro ya que después de limpiar el dispositivo de succión del clorador, la concentración de cloro fue de (0.9 mg/l).
- En el tanque no se realizó ajuste de dosis, debido que no estaban clorando porque se debe sustituir el tubo donde está la inyección, el cual está deteriorado.

Inspecciones sanitarias

PP No. 7:

La caseta del pozo presentó buenas condiciones higiénicas. El predio está parcialmente cercado, lo cual es inadecuado porque permite la circulación de personal ajenas a ENACAL.

No existe ninguna fuente de contaminación cerca del pozo que ponga en riesgo la calidad del agua.

PP No.8, PP No.9 y PP No.10

Estos pozos están en el mismo predio, las casetas de los pozos No.8 y No.10 se encontraron en buenas condiciones higiénicas, no así la caseta del PP No.9 la que debe limpiarse internamente.

No existe ninguna fuente de contaminación ubicada cerca de estos pozos que ponga en riesgo la calidad del agua.

OBSERVACIONES

- El inyector del PP No. 7 no estaba funcionando por obstrucción en la rejilla de succión. Para corregir esto no se requería la presencia de personal especializado, ya que el operador sólo tenía que limpiarla, lo cual se hizo cuando nosotros llegamos, luego el inyector comenzó a funcionar.
- Reciben el hipoclorito de calcio en tiempo y forma.
- Hasta la fecha de nuestra visita no tenían comparador de cloro, por lo tanto no estaban haciendo lecturas de cloro residual.
- No llevan registro del consumo de cloro diario en los puntos de aplicación.

Acueducto San Miguelito

Se captaron muestras para análisis físico-químicos, coliformes fecales, Arsénico y metales (Manganeso y Plomo) en los PP No.1, PP No. 2, PP No.3 y PP No.4.

En cuatro puntos de la red se realizaron lecturas de cloro residual, captando muestras para análisis de coliformes fecales los cuales fueron realizados por personal de Laboratorio Central (ver resultados en Tabla No.1).

OBSERVACIONES:

- Tienen un equipo de cloración nuevo (inyector eléctrico) destinado para el PP No.3; estando pendiente su instalación.
- Reciben el hipoclorito de calcio en tiempo y forma.
- Según información de la Rpble de Filial, el operador realiza las lecturas de cloro residual en la red, sin embargo no llevan registros de las mismas.
- El punto de aplicación del cloro es en el tanque, pero no se lleva registro del consumo de cloro diario.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

ACUEDUCTO SAN CARLOS

- ▶ En el acueducto San Carlos, tanto los pozos como la red cumplen con las Normas CAPRE en coliformes fecales, sin embargo el cloro residual no cumple, ya que de 5 puntos monitoreados en cuatro no se encontró cloro residual.
- ▶ En el PP No.7 no estaban clorando desde hace 8 días por obstrucción en la rejilla del dispositivo de succión (pascón), el cual sólo requería de una sencilla limpieza para que funcionara. Para hacer este tipo de mantenimiento no se requiere que lo haga personal especializado, simplemente el operador puede limpiar este pascón con un cepillo, para retirar las impurezas del hipoclorito de calcio que se le adhieren.
- ▶ Con respecto al clorador ubicado en el tanque, es urgente sustituir el tubo donde se inyecta la solución de cloro, ya que se encuentra severamente oxidado y por esta causa no se está clorando.
- ▶ Las casetas y el predio de los pozos PP No.7, No.8 y No.10 presentaron buenas condiciones higiénicas, no así el PP No.9, cuya caseta necesita limpieza.
- ▶ Se deben registrar las lecturas de cloro residual que se realizan tanto en el punto de aplicación como en la red.
- ▶ Están pendientes los resultados físico-químicos, Arsénico, Plomo y Manganeso, cuyo informe se emitirá por separado, cuando el laboratorio central entregue reportes de análisis.
- ▶ Es necesario hacer gestiones para instalar un laboratorio donde se hagan análisis bacteriológicos con el fin de realizar análisis en los pozos y en la red de San Carlos.
- ▶ Es recomendable que se asigne una persona para que realicen de forma periódica (una vez por semana) las lecturas de cloro residual en la red y los puntos de aplicación, para asegurar la calidad bacteriológica del agua.

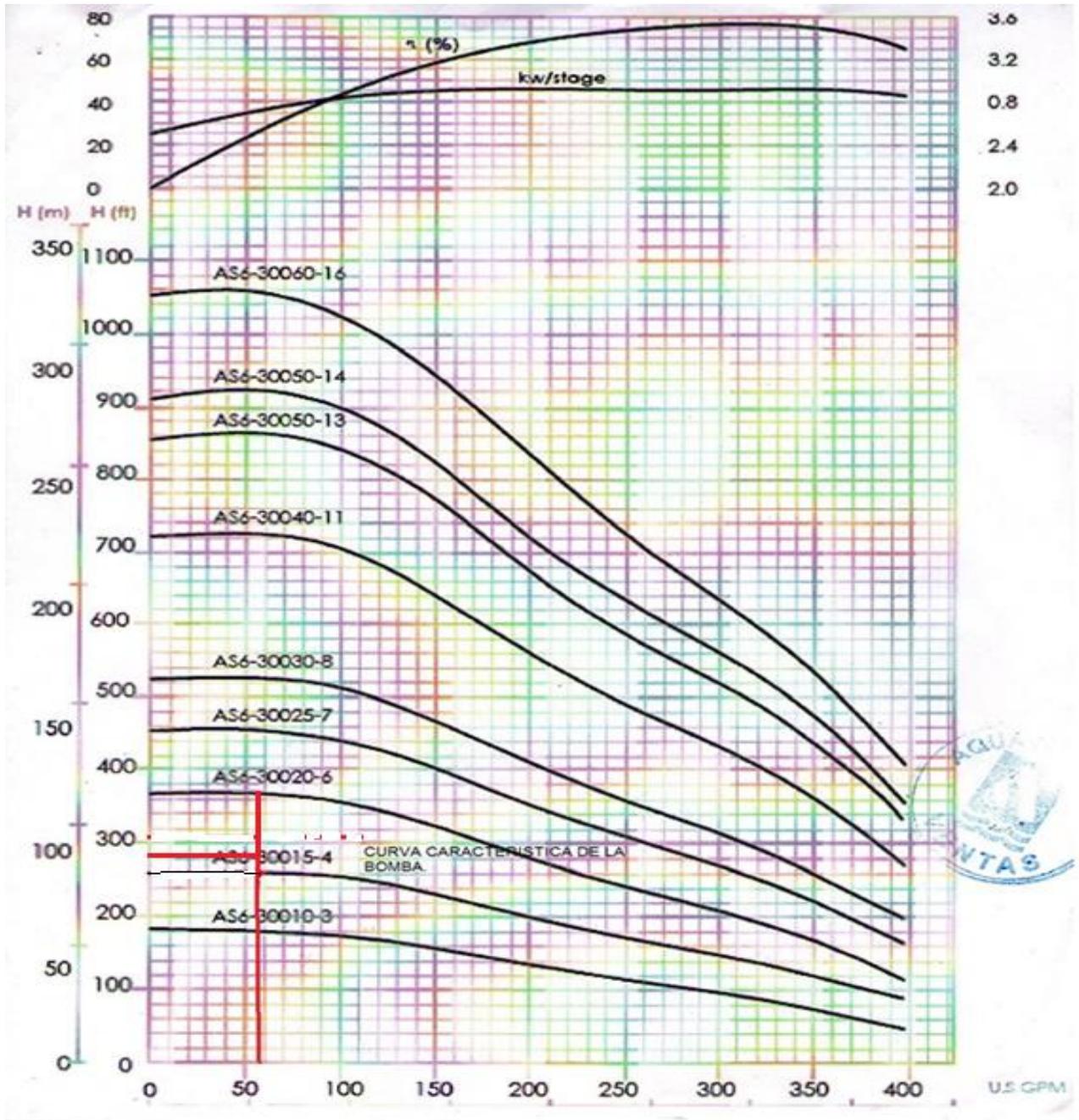
Anexo 7: juego de planos

Anexo 8:

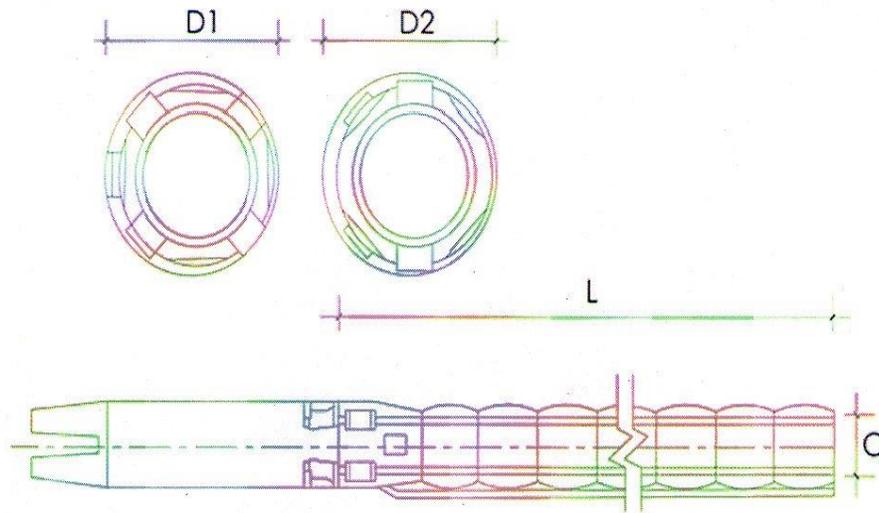
Tabla de pérdidas localizadas en longitud equivalente (en metro de tubería recta)

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350
	plg.	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14
Codo 90°																
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3
Curva 90°																
R/D:1 ½		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4
Curva 45°		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5
Entrada																
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0
Válvula																
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120
Angulo de pie		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0
Retención		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0
Te de paso																
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Te salida																
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Salida de tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0

Anexo 9: Curvas características de la bomba



Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan



- Rendimiento
- Dimensiones y Peso
- Material
- Condiciones de Operación
- Aplicaciones
- Descargas

Modelo AFT	Motor (kw)	Motor (hp)	Amperios (230V)	Amperios (460V)	Carga Total (ft)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
6-30010-3	7.5	10	32.2	16.1	GPM	393	296										
6-30015-4	11	15	47.4	23.7	GPM	382	297	203									
6-30020-6	15	20	60.6	30.3	GPM			368	313	240							
6-30025-7	18.5	25	75	37.5	GPM				370	325	264	203					
6-30030-8	22	30	90.4	45.2	GPM					358	315	259	209				
6-30040-11	30	40	124	62	GPM						382	357	325	285	243	207	
6-30050-13	37	50	154	77	GPM							370	333	315	277	240	



Anexo 10: Resultado hidráulico del sistema de agua potable

Estado de los Nudos de la Red a las 0:00 Horas				
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 2	52	0.2536	66.41	14.41
Nudo 3	48.08	0.2536	66.08	18
Nudo 4	46.28	0.1902	66.06	19.78
Nudo 5	39.78	0.3487	66.06	26.28
Nudo 7	42	0.2378	65.7	23.7
Nudo 8	41.49	0.1585	65.73	24.24
Nudo 9	41.53	0.206	65.72	24.19
Nudo 10	39	0.1744	65.69	26.69
Nudo 11	37.25	0.1585	65.68	28.43
Nudo 12	43.37	0.1585	65.68	22.31
Nudo 13	43	0.206	65.69	22.69
Nudo 14	45	0.2536	65.74	20.74
Nudo 15	45	0.206	65.72	20.72
Nudo 16	41	0.3012	65.76	24.76
Nudo 17	37.5	0.1902	65.72	28.22
Nudo 18	45.04	0.2536	65.42	20.38
Nudo 19	39.74	0.206	65.28	25.54
Nudo 20	38	0.1585	65.27	27.27
Nudo 21	43.77	0.3012	65.38	21.61
Nudo 22	37.83	0.2695	65.28	27.45
Nudo 23	35.67	0.1585	65.26	29.59
Nudo 24	41.34	0.1585	65.37	24.03
Nudo 25	48.33	0.1904	65.5	17.17
Nudo 26	42.46	0.1268	65.47	23.01
Nudo 27	47	0	66.77	19.77
Nudo 28	52	0	67.14	15.14
Nudo 30	40	5.31	66.19	26.19
Nudo 6	40	0.1902	66.19	26.19
Embalse 29	8	Sin Valor	8	0
Depósito 1	55	Sin Valor	67.5	0

Estado de los Nudos de la Red a las 8:00 Horas				
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 2	52	0.2536	66.41	14.41
Nudo 3	48.08	0.2536	66.08	18
Nudo 4	46.28	0.1902	66.06	19.78
Nudo 5	39.78	0.3487	66.06	26.28
Nudo 7	42	0.2378	65.7	23.7
Nudo 8	41.49	0.1585	65.73	24.24
Nudo 9	41.53	0.206	65.72	24.19
Nudo 10	39	0.1744	65.69	26.69
Nudo 11	37.25	0.1585	65.68	28.43
Nudo 12	43.37	0.1585	65.68	22.31
Nudo 13	43	0.206	65.69	22.69
Nudo 14	45	0.2536	65.74	20.74
Nudo 15	45	0.206	65.72	20.72
Nudo 16	41	0.3012	65.76	24.76
Nudo 17	37.5	0.1902	65.72	28.22
Nudo 18	45.04	0.2536	65.42	20.38
Nudo 19	39.74	0.206	65.28	25.54
Nudo 20	38	0.1585	65.27	27.27
Nudo 21	43.77	0.3012	65.38	21.61
Nudo 22	37.83	0.2695	65.28	27.45
Nudo 23	35.67	0.1585	65.26	29.59
Nudo 24	41.34	0.1585	65.37	24.03
Nudo 25	48.33	0.1904	65.5	17.17
Nudo 26	42.46	0.1268	65.47	23.01
Nudo 27	47	0	66.77	19.77
Nudo 28	52	0	67.14	15.14
Nudo 30	40	5.31	66.19	26.19
Nudo 6	40	0.1902	66.19	26.19
Embalse 29	8	Sin Valor	8	0
Depósito 1	55	Sin Valor	67.5	0

Estado de los Nudos de la Red a las 24:00 Horas				
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 2	52	0.2536	66.41	14.41
Nudo 3	48.08	0.2536	66.08	18
Nudo 4	46.28	0.1902	66.06	19.78
Nudo 5	39.78	0.3487	66.06	26.28
Nudo 7	42	0.2378	65.7	23.7
Nudo 8	41.49	0.1585	65.73	24.24
Nudo 9	41.53	0.206	65.72	24.19
Nudo 10	39	0.1744	65.69	26.69
Nudo 11	37.25	0.1585	65.68	28.43
Nudo 12	43.37	0.1585	65.68	22.31
Nudo 13	43	0.206	65.69	22.69
Nudo 14	45	0.2536	65.74	20.74
Nudo 15	45	0.206	65.72	20.72
Nudo 16	41	0.3012	65.76	24.76
Nudo 17	37.5	0.1902	65.72	28.22
Nudo 18	45.04	0.2536	65.42	20.38
Nudo 19	39.74	0.206	65.28	25.54
Nudo 20	38	0.1585	65.27	27.27
Nudo 21	43.77	0.3012	65.38	21.61
Nudo 22	37.83	0.2695	65.28	27.45
Nudo 23	35.67	0.1585	65.26	29.59
Nudo 24	41.34	0.1585	65.37	24.03
Nudo 25	48.33	0.1904	65.5	17.17
Nudo 26	42.46	0.1268	65.47	23.01
Nudo 27	47	0	66.77	19.77
Nudo 28	52	0	67.14	15.14
Nudo 30	40	5.31	66.19	26.19
Nudo 6	40	0.1902	66.19	26.19
Embalse 29	8	Sin Valor	8	0
Depósito 1	55	Sin Valor	67.5	0

Estado de los Nudos de la Red a las 36:00 Horas				
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 2	52	0.2536	66.41	14.41
Nudo 3	48.08	0.2536	66.08	18
Nudo 4	46.28	0.1902	66.06	19.78
Nudo 5	39.78	0.3487	66.06	26.28
Nudo 7	42	0.2378	65.7	23.7
Nudo 8	41.49	0.1585	65.73	24.24
Nudo 9	41.53	0.206	65.72	24.19
Nudo 10	39	0.1744	65.69	26.69
Nudo 11	37.25	0.1585	65.68	28.43
Nudo 12	43.37	0.1585	65.68	22.31
Nudo 13	43	0.206	65.69	22.69
Nudo 14	45	0.2536	65.74	20.74
Nudo 15	45	0.206	65.72	20.72
Nudo 16	41	0.3012	65.76	24.76
Nudo 17	37.5	0.1902	65.72	28.22
Nudo 18	45.04	0.2536	65.42	20.38
Nudo 19	39.74	0.206	65.28	25.54
Nudo 20	38	0.1585	65.27	27.27
Nudo 21	43.77	0.3012	65.38	21.61
Nudo 22	37.83	0.2695	65.28	27.45
Nudo 23	35.67	0.1585	65.26	29.59
Nudo 24	41.34	0.1585	65.37	24.03
Nudo 25	48.33	0.1904	65.5	17.17
Nudo 26	42.46	0.1268	65.47	23.01
Nudo 27	47	0	66.77	19.77
Nudo 28	52	0	67.14	15.14
Nudo 30	40	5.31	66.19	26.19
Nudo 6	40	0.1902	66.19	26.19
Embalse 29	8	Sin Valor	8	0
Depósito 1	55	Sin Valor	67.5	0

Estado de los Nudos de la Red a las 48:00 Horas				
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Nudo 2	52	0.2536	66.41	14.41
Nudo 3	48.08	0.2536	66.08	18
Nudo 4	46.28	0.1902	66.06	19.78
Nudo 5	39.78	0.3487	66.06	26.28
Nudo 7	42	0.2378	65.7	23.7
Nudo 8	41.49	0.1585	65.73	24.24
Nudo 9	41.53	0.206	65.72	24.19
Nudo 10	39	0.1744	65.69	26.69
Nudo 11	37.25	0.1585	65.68	28.43
Nudo 12	43.37	0.1585	65.68	22.31
Nudo 13	43	0.206	65.69	22.69
Nudo 14	45	0.2536	65.74	20.74
Nudo 15	45	0.206	65.72	20.72
Nudo 16	41	0.3012	65.76	24.76
Nudo 17	37.5	0.1902	65.72	28.22
Nudo 18	45.04	0.2536	65.42	20.38
Nudo 19	39.74	0.206	65.28	25.54
Nudo 20	38	0.1585	65.27	27.27
Nudo 21	43.77	0.3012	65.38	21.61
Nudo 22	37.83	0.2695	65.28	27.45
Nudo 23	35.67	0.1585	65.26	29.59
Nudo 24	41.34	0.1585	65.37	24.03
Nudo 25	48.33	0.1904	65.5	17.17
Nudo 26	42.46	0.1268	65.47	23.01
Nudo 27	47	0	66.77	19.77
Nudo 28	52	0	67.14	15.14
Nudo 30	40	5.31	66.19	26.19
Nudo 6	40	0.1902	66.19	26.19
Embalse 29	8	Sin Valor	8	0
Depósito 1	55	Sin Valor	67.5	0

Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan

Estado de las Líneas de la Red a las 0:00 Horas						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	C	LPS	m/s	
Tubería 1	65	75	150	2.64	0.6	Abierta
Tubería 2	53.39	75	150	0.7	0.16	Abierta
Tubería 3	62	75	150	-0.29	0.07	Abierta
Tubería 4	100	50	150	0.73	0.37	Abierta
Tubería 5	8	50	150	0.33	0.17	Abierta
Tubería 6	50	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 7	42	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 8	80	50	150	0	0	Abierta
Tubería 9	50	50	150	-0.16	0.08	Abierta
Tubería 10	91	50	150	0.03	0.02	Abierta
Tubería 11	52	50	150	-0.4	0.2	Abierta
Tubería 12	106	50	150	0.17	0.09	Abierta
Tubería 13	53	50	150	-0.24	0.12	Abierta
Tubería 14	80	50	150	-0.82	0.42	Abierta
Tubería 15	78	50	150	0.87	0.44	Abierta
Tubería 16	77	50	150	0.79	0.4	Abierta
Tubería 17	58	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 18	133	50	150	0.19	0.1	Abierta
Tubería 19	53	50	150	0.97	0.49	Abierta
Tubería 20	110	50	150	0.43	0.22	Abierta
Tubería 21	69	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 22	61	50	150	0.06	0.03	Abierta
Tubería 23	109	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 24	113	50	150	-0.36	0.19	Abierta
Tubería 25	60	50	150	0.28	0.14	Abierta
Tubería 26	54	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 27	61	50	150	-0.54	0.28	Abierta
Tubería 28	230	50	150	0.13	0.06	Abierta
Tubería 29	200	50	150	0.86	0.44	Abierta
Tubería 30	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 31	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 32	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 35	87.8	75	150	-1.37	0.31	Abierta
Bomba 34	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	6.87	0	Marcha
Válvula 36	Sin Valor	100	Sin Valor	1.56	0.2	Abierta

Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan

Estado de las Líneas de la Red a las 8:00 Horas						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	C	LPS	m/s	
Tubería 1	65	75	150	2.64	0.6	Abierta
Tubería 2	53.39	75	150	0.7	0.16	Abierta
Tubería 3	62	75	150	-0.29	0.07	Abierta
Tubería 4	100	50	150	0.73	0.37	Abierta
Tubería 5	8	50	150	0.33	0.17	Abierta
Tubería 6	50	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 7	42	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 8	80	50	150	0	0	Abierta
Tubería 9	50	50	150	-0.16	0.08	Abierta
Tubería 10	91	50	150	0.03	0.02	Abierta
Tubería 11	52	50	150	-0.4	0.2	Abierta
Tubería 12	106	50	150	0.17	0.09	Abierta
Tubería 13	53	50	150	-0.24	0.12	Abierta
Tubería 14	80	50	150	-0.82	0.42	Abierta
Tubería 15	78	50	150	0.87	0.44	Abierta
Tubería 16	77	50	150	0.79	0.4	Abierta
Tubería 17	58	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 18	133	50	150	0.19	0.1	Abierta
Tubería 19	53	50	150	0.97	0.49	Abierta
Tubería 20	110	50	150	0.43	0.22	Abierta
Tubería 21	69	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 22	61	50	150	0.06	0.03	Abierta
Tubería 23	109	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 24	113	50	150	-0.36	0.19	Abierta
Tubería 25	60	50	150	0.28	0.14	Abierta
Tubería 26	54	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 27	61	50	150	-0.54	0.28	Abierta
Tubería 28	230	50	150	0.13	0.06	Abierta
Tubería 29	200	50	150	0.86	0.44	Abierta
Tubería 30	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 31	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 32	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 35	87.8	75	150	-1.37	0.31	Abierta
Bomba 34	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	6.87	0	Marcha
Válvula 36	Sin Valor	100	Sin Valor	1.56	0.2	Abierta

Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan

Estado de las Líneas de la Red a las 24:00 Horas						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	C	LPS	m/s	
Tubería 1	65	75	150	2.64	0.6	Abierta
Tubería 2	53.39	75	150	0.7	0.16	Abierta
Tubería 3	62	75	150	-0.29	0.07	Abierta
Tubería 4	100	50	150	0.73	0.37	Abierta
Tubería 5	8	50	150	0.33	0.17	Abierta
Tubería 6	50	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 7	42	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 8	80	50	150	0	0	Abierta
Tubería 9	50	50	150	-0.16	0.08	Abierta
Tubería 10	91	50	150	0.03	0.02	Abierta
Tubería 11	52	50	150	-0.4	0.2	Abierta
Tubería 12	106	50	150	0.17	0.09	Abierta
Tubería 13	53	50	150	-0.24	0.12	Abierta
Tubería 14	80	50	150	-0.82	0.42	Abierta
Tubería 15	78	50	150	0.87	0.44	Abierta
Tubería 16	77	50	150	0.79	0.4	Abierta
Tubería 17	58	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 18	133	50	150	0.19	0.1	Abierta
Tubería 19	53	50	150	0.97	0.49	Abierta
Tubería 20	110	50	150	0.43	0.22	Abierta
Tubería 21	69	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 22	61	50	150	0.06	0.03	Abierta
Tubería 23	109	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 24	113	50	150	-0.36	0.19	Abierta
Tubería 25	60	50	150	0.28	0.14	Abierta
Tubería 26	54	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 27	61	50	150	-0.54	0.28	Abierta
Tubería 28	230	50	150	0.13	0.06	Abierta
Tubería 29	200	50	150	0.86	0.44	Abierta
Tubería 30	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 31	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 32	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 35	87.8	75	150	-1.37	0.31	Abierta
Bomba 34	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	6.87	0	Marcha
Válvula 36	Sin Valor	100	Sin Valor	1.56	0.2	Abierta

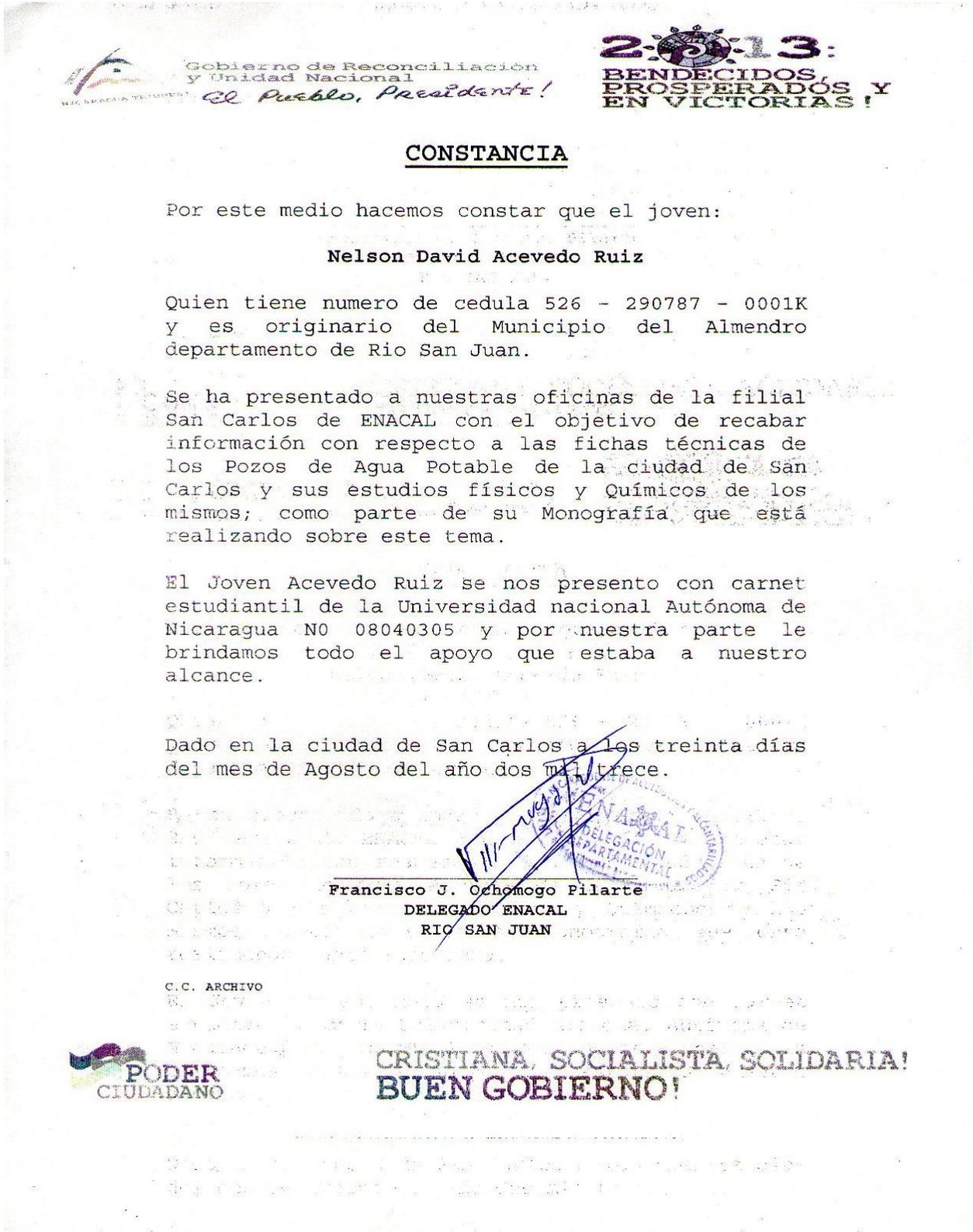
Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan

Estado de las Líneas de la Red a las 36:00 Horas						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	C	LPS	m/s	
Tubería 1	65	75	150	2.64	0.6	Abierta
Tubería 2	53.39	75	150	0.7	0.16	Abierta
Tubería 3	62	75	150	-0.29	0.07	Abierta
Tubería 4	100	50	150	0.73	0.37	Abierta
Tubería 5	8	50	150	0.33	0.17	Abierta
Tubería 6	50	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 7	42	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 8	80	50	150	0	0	Abierta
Tubería 9	50	50	150	-0.16	0.08	Abierta
Tubería 10	91	50	150	0.03	0.02	Abierta
Tubería 11	52	50	150	-0.4	0.2	Abierta
Tubería 12	106	50	150	0.17	0.09	Abierta
Tubería 13	53	50	150	-0.24	0.12	Abierta
Tubería 14	80	50	150	-0.82	0.42	Abierta
Tubería 15	78	50	150	0.87	0.44	Abierta
Tubería 16	77	50	150	0.79	0.4	Abierta
Tubería 17	58	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 18	133	50	150	0.19	0.1	Abierta
Tubería 19	53	50	150	0.97	0.49	Abierta
Tubería 20	110	50	150	0.43	0.22	Abierta
Tubería 21	69	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 22	61	50	150	0.06	0.03	Abierta
Tubería 23	109	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 24	113	50	150	-0.36	0.19	Abierta
Tubería 25	60	50	150	0.28	0.14	Abierta
Tubería 26	54	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 27	61	50	150	-0.54	0.28	Abierta
Tubería 28	230	50	150	0.13	0.06	Abierta
Tubería 29	200	50	150	0.86	0.44	Abierta
Tubería 30	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 31	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 32	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 35	87.8	75	150	-1.37	0.31	Abierta
Bomba 34	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	6.87	0	Marcha
Válvula 36	Sin Valor	100	Sin Valor	1.56	0.2	Abierta

Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bello Amanecer en el casco urbano de San Carlos Rio San Juan

Estado de las Líneas de la Red a las 48:00 Horas						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	C	LPS	m/s	
Tubería 1	65	75	150	2.64	0.6	Abierta
Tubería 2	53.39	75	150	0.7	0.16	Abierta
Tubería 3	62	75	150	-0.29	0.07	Abierta
Tubería 4	100	50	150	0.73	0.37	Abierta
Tubería 5	8	50	150	0.33	0.17	Abierta
Tubería 6	50	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 7	42	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 8	80	50	150	0	0	Abierta
Tubería 9	50	50	150	-0.16	0.08	Abierta
Tubería 10	91	50	150	0.03	0.02	Abierta
Tubería 11	52	50	150	-0.4	0.2	Abierta
Tubería 12	106	50	150	0.17	0.09	Abierta
Tubería 13	53	50	150	-0.24	0.12	Abierta
Tubería 14	80	50	150	-0.82	0.42	Abierta
Tubería 15	78	50	150	0.87	0.44	Abierta
Tubería 16	77	50	150	0.79	0.4	Abierta
Tubería 17	58	50	150	0.3	0.15	Abierta
Tubería 18	133	50	150	0.19	0.1	Abierta
Tubería 19	53	50	150	0.97	0.49	Abierta
Tubería 20	110	50	150	0.43	0.22	Abierta
Tubería 21	69	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 22	61	50	150	0.06	0.03	Abierta
Tubería 23	109	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 24	113	50	150	-0.36	0.19	Abierta
Tubería 25	60	50	150	0.28	0.14	Abierta
Tubería 26	54	50	150	0.16	0.08	Abierta
Tubería 27	61	50	150	-0.54	0.28	Abierta
Tubería 28	230	50	150	0.13	0.06	Abierta
Tubería 29	200	50	150	0.86	0.44	Abierta
Tubería 30	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 31	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 32	153	100	150	-3.75	0.48	Abierta
Tubería 35	87.8	75	150	-1.37	0.31	Abierta
Bomba 34	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	6.87	0	Marcha
Válvula 36	Sin Valor	100	Sin Valor	1.56	0.2	Abierta

Anexo 11: Carta dada por ENACAL.



Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

2013:
BENDECIDOS, PROSPERADOS Y EN VICTORIAS!

CONSTANCIA

Por este medio hacemos constar que el joven:

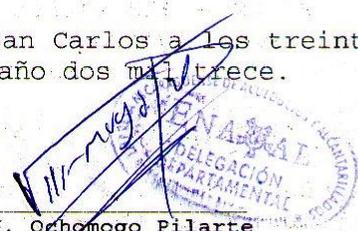
Nelson David Acevedo Ruiz

Quien tiene numero de cedula 526 - 290787 - 0001K y es originario del Municipio del Almendro departamento de Rio San Juan.

Se ha presentado a nuestras oficinas de la filial San Carlos de ENACAL con el objetivo de recabar información con respecto a las fichas técnicas de los Pozos de Agua Potable de la ciudad de San Carlos y sus estudios físicos y Químicos de los mismos; como parte de su Monografía que está realizando sobre este tema.

El Joven Acevedo Ruiz se nos presento con carnet estudiantil de la Universidad nacional Autónoma de Nicaragua NO 08040305 y por nuestra parte le brindamos todo el apoyo que estaba a nuestro alcance.

Dado en la ciudad de San Carlos a los treinta días del mes de Agosto del año dos mil trece.



Francisco J. Ochomogo Pilarte
DELEGADO ENACAL
RIO SAN JUAN

C.C. ARCHIVO



CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!
BUEN GOBIERNO!

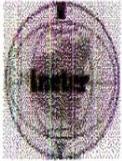
Anexo 12 Hoja de cálculo en Excel.

BALANCE HIDRICO DE SUELOS													
Zona de Estudio:		San Carlos Rio San Juan											
Fecha:		nov-13											
Textura de Suelo:		FRANCO ARCILLOSO											
Simbología		<p>fc: Capacidad de Infiltración. I: Infiltración. CC: Capacidad de Campo. PM: Punto de Marchitez. PR: Profundidad de Raíces. RAD (CC-PM): Rango de Agua Disponible. DS: Densidad de Suelo. C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR Kp: Factor por pendiente Kv: Factor por vegetación Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración</p>											
		<p>P: Precipitación Media Mensual. Pi: Precipitación que infiltra. ESC: Escorrentia Superficial ETP: Evapotranspiración Potencial. ETR: Evapotranspiración Real. HSi: Humedad de Suelo Inicial. HD: Humedad Disponible HSF: Humedad de Suelo Final. DCC: Déficit de Capacidad de Campo. Rp: Recarga Potencial Ret: Retención de Iluvia</p>											
		<p>fc (mm/d): 160.00 Kp [0.01%]: 0.27 Kv [0.01%]: 0.10 Kfc [0.01%]: 0.60743 I [0.01%]: 0.97743 DS (g/cm3): 1.35 PR (mm): 900.00 HSi (mm): 328.05 Lluvia retenida [0.01%] : Bosques=0.2, otros=0.12 0.12</p>											
		<p>por peso (%) (mm) CC 27.00 328.05 PM 13.00 157.95 RAD 14.00 170.10</p>											
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	71.00	31.50	21.30	42.20	162.50	267.80	285.80	264.00	240.30	251.40	155.50	103.00	1896.30
Ret (mm)	8.52	5.00	5.00	5.06	19.50	32.14	34.30	31.68	28.84	30.17	18.66	12.36	231.22
Pi (mm)	61.07	25.90	15.93	36.30	139.77	230.35	245.83	227.08	206.69	216.24	133.75	88.59	1627.50
ESC (mm)	1.41	0.60	0.37	0.84	3.23	5.32	5.68	5.24	4.77	4.99	3.09	2.05	37.58
ETP (mm)	156.74	146.32	169.43	172.43	181.48	173.72	177.27	174.40	165.62	166.60	155.86	156.79	1996.63
HSi (mm)	328.05	276.46	231.57	202.72	197.93	246.97	316.08	328.05	328.05	328.05	328.05	316.07	
C1	1.00	0.85	0.53	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
C2	0.44	0.12	0.00	0.00	0.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.53	
HD (mm)	231.17	144.41	89.55	81.07	179.75	319.36	403.96	397.18	376.79	386.34	303.85	246.72	
ETR (mm)	112.66	70.79	44.77	41.09	90.74	161.23	177.27	174.40	165.62	166.60	145.73	119.84	
HSF (mm)	276.46	231.57	202.72	197.93	246.97	316.08	328.05	328.05	328.05	328.05	316.07	284.83	
DCC (mm)	51.59	96.48	125.33	130.12	81.08	11.97	0.00	0.00	0.00	0.00	11.98	43.22	
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.59	52.68	41.08	49.64	0.00	0.00	199.99
% Recarga													10.55

Anexo 13 ficha técnica de pozo existente.

										
Delegación departamental de Rio San Juan.										
FICHA TÉCNICA EQUIPOS DE BOMBEO SAN CARLOS.										
NOMBRE: POZO 7. SAN CARLOS										
DATOS GENERALES DEL POZO										
1	CORDENAS (UTM)		2	ELEVACION msm	3	FECHA DE PERFORACION				
	NORTE	ESTE		40 msm		1987				
	110732	844612								
DATOS TECNICOS DEL POZO										
4	REJILLA		5	PROFUNDIDAD (ft)	6	DIAM MAYOR	PROF. (ft)	7	DIAM MENOR	PROF (ft)
	profundidad de inicio (ft)	93		260		14"	120		8"	120-260
8	NIVEL ESTATICO (PIES)	FECHA LECTURA	9	NIVEL DINAMICO (PIES)	CAUDAL (gpm)	FECHA DE LECTURA		10	ABATIMIENTO	CE (ft)
	116.43	15/03/1987		140.45	80.00	15/03/1987			24.02	3.33
	118.21	15/03/1987		136.56	65.78	15/03/1987			18.35	3.58
	113.87	23/08/2000		134.65	54.65	23/08/2000			20.78	2.63
	110.65	15/10/2000		131.34	46.89	15/10/2000			20.69	2.27
	122.34	09/05/2012		145.89	43.56	09/05/2012			23.55	1.85
120.12	09/05/2012	143.43	32.00	09/05/2012		23.31	1.37			
EFICIENCIA DEL POZO										
11	FECHA 15/03/1987				FECHA					
	CAUDAL (gmp)	ABATIMIENTO (Pie)	PERD. EN ACUIFERO	PERD. EN POZO	EFICIENCIA EN (%)	CAUDAL (gmp)	ABATIMIENTO (Pie)	PERD. EN ACUIFERO	PERD. EN POZO	EFICIENCIA EN (%)
	80	24.02	22.8	1.22	94.92	43.56	23.55	18.11	5.44	76.9
65.78	18.35	15.67	2.68	85.39	32	23.31	15.23	8.08	65.33	
Francisco Ochomogo Pilarte. Delegado departamental.										

Anexo 14. Datos meteorológicos.



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación: SAN CARLOS / Código: 69090
Departamento: Municipio: SAN CARLOS
Latitud: 11°07'42" Longitud: 84°46'36"
Años: 1960-2012 Elevación: 40 msnm
Parámetro: Temperatura Media (C°) Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971													
1972													
1973	25.0	25.5	27.7	28.2	27.5	26.1	25.4	26.2	26.5	26.2	26.0	24.7	26.3
1974	24.8	24.6	25.7	26.7	27.3	25.4	24.8	24.7	24.7	24.6	24.0	23.8	25.1
1975	23.7	25.3	25.0	27.3	26.6	25.4	24.5	24.4	25.2	25.6	25.1	23.4	25.1
1976	23.3	23.4		27.2	26.5	26.0	25.7	25.6	26.1	26.3	25.8	24.6	25.5
1977	24.6	25.3	26.2	27.2	26.9	26.1	26.0	26.1	26.2	25.5	25.6	25.0	25.9
1978	24.2	25.2	25.9	27.8	26.8	26.0	26.0	26.0	25.7	25.4	26.1	24.6	25.8
1979	24.1	25.2	25.5	26.7	26.8	26.2	25.9	26.1	26.7	26.5	25.8	24.6	25.9
1980	25.0	24.6	25.9	26.7	27.3	26.1	25.7	26.0	25.7	26.0	25.6	25.0	25.8
1981	23.9	25.0	26.3	25.8	26.8	25.9	25.8	25.8	25.9	25.8	25.2	24.9	25.6
1982	24.6	24.9	25.7	26.7	26.9	26.4	25.9	26.1	26.0	25.3	25.3	24.9	25.7
1983	24.9	25.9	27.1	28.1	27.3	27.1	26.7	26.8	25.8		25.5	24.7	26.3
1984	24.0	24.9	26.0	26.9	26.5	25.6	25.0	24.9	25.5	25.1	24.9	23.6	25.2
1985	23.8	24.0	25.3	26.5	27.1	25.8	25.0	25.2	25.6	25.4	25.0	24.3	25.2
1986	23.9	24.5	25.1	26.6	26.0	25.5	24.9	25.6	25.7	26.0	25.9	24.9	25.4
1987	25.0	26.1	27.5	27.8	27.6	27.1	25.9	25.4	26.3	26.3	26.2	25.9	26.4
1988	25.3	25.3	26.1	27.5	27.4	26.5	25.2	26.2	26.4	26.2	26.1	24.3	26.0



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación: **SAN CARLOS /** Código: **69090**
 Departamento: **SAN CARLOS** Municipio: **SAN CARLOS**
 Latitud: **11°07'42"** Longitud: **84°46'36"**
 Años: **1960-2012** Elevación: **40 msnm**
 Parámetro: **Temperatura Media (C°)** Tipo: **HMP**

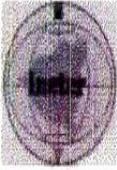
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1989	24.6												24.6
1991													
1995													
1996						26.3	26.1	26.0	26.4	26.7	26.3		26.3
1997	26.0	25.7	25.1	26.7	26.8	25.9	26.4	26.3	26.0	25.9	25.7	25.8	26.0
1998	25.6	26.6	27.2	28.3	28.3	28.8	25.6			25.9	25.2	24.5	26.4
1999	24.6	24.4	25.2	26.4	26.6	25.6	25.4	25.3	25.9	25.5	25.3	23.8	25.3
2000	23.8	24.0	23.9			25.5	25.5	25.6	26.0	25.3	25.2	24.7	24.9
2001	23.6	24.7	25.4	26.9	27.2	25.9	25.4	25.5	25.6	26.0	25.1	24.9	25.5
2002	24.8	25.0	25.7	26.4	27.0	26.4	25.7	25.7	26.1	25.5	25.3	25.3	25.7
2003	24.7	25.9	27.3	27.7	26.5	25.9	25.7	25.7	26.0	26.1	25.6	25.0	26.0
2004	24.3	25.0	25.7	26.8	26.1	25.8	25.5	25.6	26.1	25.8		24.6	25.6
2005	24.3	24.4	27.0	27.5	27.2	26.7	26.4	25.9	26.1	26.6	25.5	25.5	26.1
2006	25.1	25.2	26.0	27.1	27.1	26.3	26.0	26.3	25.8	26.3	24.9	25.1	25.9
2007	24.8	25.3	26.1	26.9	26.7	26.5	25.6	25.6	25.6	26.0	25.0	24.7	25.7
2008	24.5	24.9	25.9	26.9	26.7	25.6	25.5	25.8	26.7	25.6	25.4	24.4	25.7
2009	24.6	24.6	25.2	26.9	27.3	26.6	25.9	26.0	26.5	25.9	25.4	25.3	25.9
2010	24.9	26.4	27.1	27.9	27.2	26.4	26.4	26.2	26.5	26.1	24.7	23.9	26.1
2011	25.0	25.3	25.4	26.7	27.0	26.7	25.8	26.6	26.3	25.9	25.1	24.6	25.9
2012	24.7	25.2	25.8	26.8	27.2	27.0	25.5	26.3	25.9	26.1			26.0
Suma	810.1	802.2	805.2	839.5	836.2	862.9	846.8	825.7	831.5	827.5	787.8	765.3	875.1
Media	24.5	25.1	26.0	27.1	27.0	26.1	25.7	25.8	26.0	25.9	25.4	24.7	25.7
Max	26.0	26.6	27.7	28.3	28.3	27.1	26.7	26.8	26.7	26.7	26.3	25.9	26.4
Min	23.3	23.4	23.9	25.8	26.0	25.4	24.5	24.4	24.7	24.6	24.0	23.4	24.6



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación: SAN CARLOS / Código: 69090
Departamento: Municipio: SAN CARLOS
Latitud: 11°07'42" Longitud: 84°46'36"
Años: 1960-2012 Elevación: 40 msnm
Parámetro: Precipitación (mm) Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1962						162.9	347.6	178.3	282.0	360.1	147.2	95.6	1,573.7
1963	103.9	125.2	10.7	10.7	132.4	332.7	274.0	391.1	287.0	310.9	176.8	107.8	2,263.2
1964	103.0	37.4	49.5	46.8	48.7	203.5	266.8	171.3	266.4	375.6	138.2	90.7	1,797.9
1965	174.6			1.8	149.9	254.9	406.8	337.2	168.1	228.7	126.6	99.0	2,027.6
1966	100.7	8.7	18.2	22.8	213.5	485.1	137.1	187.8	31.0	382.8	57.9	23.4	1,669.0
1967	179.2	14.1	42.8	72.2	175.6	315.6	147.2	158.9	88.3	166.5	170.9	80.6	1,611.9
1968	7.9	0.0	29.9	61.8	181.5	152.0	280.5	158.5	60.0	33.4	11.2	15.8	992.5
1969	21.5	0.0	0.0	86.9	80.6	224.4	232.3	345.7	341.8	352.7	107.8	18.8	1,814.5
1970	16.6	8.6	2.0	38.3	30.1	295.4	161.9	212.1	43.1	129.6	262.8	29.2	1,229.7
1971	39.9	4.3	41.3	2.8	90.4	146.8	144.0	173.6	250.2	225.1	6.7	142.8	1,267.9
1972	232.4	26.4	7.9	30.6	140.2	149.8	439.0	257.3	367.3	315.3	227.3	168.8	2,362.3
1973	23.5	24.2	6.6	29.3	190.0	325.8	415.7	272.1	274.5	230.0	242.7	71.6	2,106.0
1974	126.0	38.3	43.9	37.7	178.1	241.1	251.0	159.7	199.0	278.1	89.7	99.5	1,742.1
1975	96.6	25.7	5.5	37.7	54.4	209.2	239.9	468.1	484.9	254.1	367.2	118.5	2,361.8
1976	41.7	44.8	6.5	41.9	123.6	386.4	275.9	176.0	219.5	270.0	310.3	97.1	1,993.7
1977	1.3	4.0	3.3	54.0	206.5	222.9	243.3	254.3	271.1	121.8	85.3	61.2	1,529.0
1978	30.3	11.8	42.1	29.7	221.7	284.7	169.1	274.7	448.5	367.9	122.5	105.2	2,108.2
1979	22.6	37.9	26.1	125.5	90.4	358.4	377.4	347.7	419.9	174.7	146.3	186.0	2,312.9
1980	24.2	17.0	14.8	43.2	146.8	260.4	337.9	197.5	200.5	373.9	313.2	72.1	2,001.5
1981	9.5	95.6	29.3	123.4	197.7	387.8	341.0	306.9	177.7	217.9	149.4	105.1	2,141.3
1982	82.1	45.8	6.6	20.2	94.9	161.1	251.1	176.3	195.2	206.3	109.2	89.6	1,438.4
1983	31.4	9.6	8.3	0.0	180.6	152.7	284.0	364.3	227.8	227.6	162.7	133.6	1,762.6
1984	74.4	38.8	2.1	2.4	84.9	244.2	306.8	460.7	297.6	260.8	82.3	131.4	1,986.4
1985	56.8	26.6	41.2	5.2	219.7	198.1	450.8	241.2	148.5	217.6	132.5	163.1	1,901.3
1986	77.9	43.2	17.1	13.6	156.4	288.5	251.8	292.7	395.1	271.6	146.4	146.4	2,100.7
1987	13.6	10.0	1.3	3.7	110.0	302.0	435.2	315.4	252.6	274.1	116.4	133.5	1,967.8
1988	91.0	24.8	10.5	29.8	156.4	210.4	258.6	410.5	311.9	357.1	137.0	221.2	2,219.2



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación: **SAN CARLOS /** Código: **69090**
 Departamento: Municipio: **SAN CARLOS**
 Latitud: **11°07'42"** Longitud: **84°46'36"**
 Años: **1960-2012** Elevación: **40 msnm**
 Parámetro: **Precipitación (mm)** Tipo: **HMP**

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1989													
1991													
1995	0.0	0.0	0.0	23.0	45.9	95.0	145.1	100.8	70.0	151.8	68.2	52.1	751.9
1996	53.9	11.9	15.8	33.4	531.1	256.1	257.5	254.7	297.4	231.6	112.4	83.8	2,139.6
1997	93.1	80.8	16.2	30.7	60.1	305.1	225.8	177.1	254.2	283.6	185.4	25.5	1,737.6
1998	24.3	0.9	22.3	0.5	77.3	182.0	292.7	343.6	333.0	283.6	170.3	272.5	2,003.0
1999	137.4	55.1	13.9	109.2	220.5	290.0	326.9	194.2	231.8	238.2	74.0	57.3	1,948.5
2000	114.6	41.8	7.0			249.0	199.4	252.2	237.7	232.0	253.4	90.3	1,677.4
2001	88.9	28.8	22.4	16.9	92.3	312.6	244.1	336.2	171.5	211.0	111.4	169.6	1,805.7
2002	83.7	29.0	45.5	15.5	201.2	355.3	362.6	236.7	267.5	234.6	243.7	39.8	2,115.1
2003	29.5	9.9	6.8	14.2	296.9	341.8	351.0	378.9	285.5	244.9	162.8	81.3	2,203.5
2004	161.9	53.6	36.1	6.2	434.5	337.0	315.9	250.6	170.9	256.3	273.6	128.9	2,425.5
2005	45.8	30.3	15.5	11.1	261.6	284.3	232.5	394.5	284.2	203.4	153.5	72.6	1,989.3
2006	78.4	40.7	16.6	29.1	105.2	275.1	435.5	233.5	177.6	235.2	128.0	113.9	1,868.8
2007	101.8	13.1	57.5	90.5	117.8	257.3	249.7	315.8	266.2	147.5	216.9	153.8	1,987.9
2008	73.7	39.4	15.7	13.6	310.8	352.4	264.8	271.6	265.3	267.6	15.0	199.1	2,089.0
2009	57.8	53.6	29.1	74.0	112.6	254.5	256.9	283.2	226.9	508.9	178.0	77.4	2,112.9
2010	17.6	11.7	18.6	243.4	200.6	270.3	276.9	274.1	230.3	218.5	188.9	31.2	1,982.1
2011	46.3	94.0	54.7	35.8	128.6	533.9	316.2	86.5	169.4	201.3	158.2	106.5	1,931.4
2012	131.6	35.3	54.0	91.6	135.2	144.2	320.0	204.9	164.8	177.7			1,459.3
Suma	3,122.9	1,352.7	915.2	1,812.7	6,987.2	12,052.7	12,860.2	11,879.0	10,813.7	11,311.9	6,840.2	4,563.2	84,511.6
Media	71.0	31.5	21.3	42.2	162.5	267.8	285.8	264.0	240.3	251.4	155.5	103.7	1,878.0
Max	232.4	125.2	57.5	243.4	531.1	533.9	486.8	468.1	484.9	508.9	367.2	272.5	2,425.5
Min	1.3	0.9	1.3	0.5	30.1	95.0	137.1	86.5	31.0	33.4	6.7	15.8	751.9

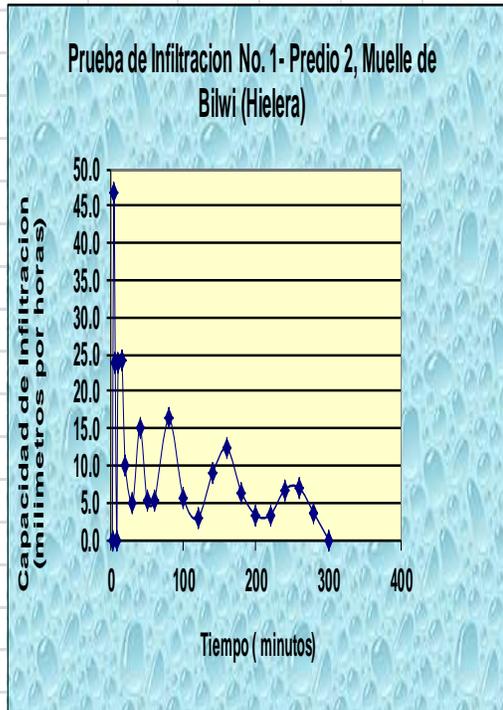
Anexo 15: Porcentaje de horas de sol mensual, respecto al año.

Latitud (°)	Mes												
	Norte	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
60	4.67	5.65	8.08	9.65	11.74	12.39	12.31	10.70	8.57	6.98	5.04	4.22	
50	5.98	6.30	8.24	9.24	10.68	10.91	10.99	10.00	8.46	7.45	6.10	5.65	
40	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	6.52	
35	7.05	6.88	8.35	8.83	9.76	9.77	9.93	9.37	8.36	7.87	6.97	6.86	
30	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15	
25	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.23	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42	
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66	
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.80	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.88	
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10	
0	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	
Sur	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	
40	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	6.52	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	
35	9.93	9.37	8.36	7.87	6.97	6.86	7.05	6.88	8.35	8.83	9.76	9.77	
30	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	
25	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.23	
20	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00	
15	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.88	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.80	
10	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60	
0	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	

Fuente: Monsalve (1995 : 169)

Anexo 16: Calculo de Capacidad de Infiltración.

No. 1													
PRUEBAS DE INFILTRACION DE SUELO No:		Carga de agua inicial Ho =50 cm, (H0 es igual a profundidad de agujero - 5 cm)											
Fecha: 10/01/2012		Carga de agua variable Hn =											
Localización: Predio 2 Muelle de Bilwi													
Tiempo (min.)	Tiempo (min.): t2	h (mm)	r/2(t2-t1)	2h+r	ln (2h1+r/ 2(h2+r))	Fc (mm/hora)	1	Bilwi(Hielera)	242213	1551425	Bilwi	1.5-4	Cultivos anuales
	0	450		1,065.00	-								
2	0.0333	450	2,477.470	1,065.00	0.0000	0.0	2						
4	0.0667	440	2,470.050	1,045.00	0.0190	46.8	4						
6	0.1000	435	2,477.470	1,035.00	0.0096	23.8	6						
8	0.1333	435	2,477.470	1,035.00	0.0000	0.0	8						
10	0.1667	430	2,470.050	1,025.00	0.0097	24.0	10						
15	0.2500	425	2,477.470	1,015.00	0.0098	24.3	15						
20	0.3333	420	990.390	1,005.00	0.0099	9.8	20						
30	0.5000	415	494.900	995.00	0.0100	4.9	30						
40	0.6667	400	494.900	965.00	0.0306	15.2	40						
50	0.8333	395	495.190	955.00	0.0104	5.2	50						
60	1.0000	390	494.900	945.00	0.0105	5.2	60						
80	1.3333	360	247.520	885.00	0.0656	16.2	80						
100	1.6667	350	247.450	865.00	0.0229	5.7	100						
120	2.0000	345	247.520	855.00	0.0116	2.9	120						
140	2.3333	330	247.520	825.00	0.0357	8.8	140						
160	2.6667	310	247.450	785.00	0.0497	12.3	160						
180	3.0000	300	247.520	765.00	0.0258	6.4	180						
200	3.3333	295	247.520	755.00	0.0132	3.3	200						
220	3.6667	290	247.450	745.00	0.0133	3.3	220						
240	4.0000	280	247.520	725.00	0.0272	6.7	240	6.57	Dado que esta prueba duró 5 horas, es posible asignar el promedio ponderado de 15 mm/hora (entre ultimo y resultado de Horton = 14.75)				
260	4.3333	270	247.520	705.00	0.0280	6.9	260						
280	4.6667	265	247.450	695.00	0.0143	3.5	280						
300	5.0000	265	247.520	695.00	0.0000	0.0	300	159.78	fc(mm/d)				



$$f_c = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \ln \frac{2h_1 + r}{2(h_2 + r)}$$