



***ELECTRIFICACIÓN Y PROPUESTA DE DESARROLLO
PARA EL CANTÓN SANTA RITA CIMARRÓN, CHALATENANGO***

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JOSÉ ARTURO MATUS MONTERROSA
RAFAEL ALCIDES ROSA HERNÁNDEZ
FRASER LEW TORRES LEMUS

MARZO DE 2001

SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

INTRODUCCIÓN

El progreso y desarrollo de una población entre otras cosas, depende de los recursos locales con los que ésta cuenta y de la manera de cómo los administra.

Actualmente se habla mucho de globalización pero, los beneficios que el país pueda obtener depende de lo firme que sea su participación, es decir, su competitividad, su capacidad económica e institucional.

Formar un país competente y con suficiente capacidad económica, requiere de la participación de todos los sectores involucrados en la economía, uno de estos sectores es el rural y su principal aporte a la producción es la agricultura: Una agricultura más tecnificada y eficiente es más productiva y competitiva, pero para ello es necesario contar con el recurso eléctrico.

Partiendo de las condiciones socioeconómicas de la micro región que se describen para Nueva Concepción, el documento propone llevar en primera instancia un proyecto de electrificación en el Cantón Santa Rita Cimarrón, y las comunidades del Roblón, Cañalón, Aguacatillo y Pueblo Viejo, en el departamento de Chalatenango.

Para realizar el proyecto fue necesario elaborar la propuesta técnica de electrificación bajo los lineamientos y formatos del FISDL, aprobación y autorización por parte de la distribuidora local (AES – CLESA), para luego entregarla a la municipalidad correspondiente, con el fin de conseguir el financiamiento para que cualquier empresa especializada en el desarrollo de estos proyectos (electrificación específicamente), pueda construir el tendido primario y la distribución secundaria.

Para complementar y con el objeto de favorecer el desarrollo humano local, se presentan unas propuestas de desarrollo técnico para el estudio y evaluación de su ejecución, según prioridades y necesidades por parte de las comunidades, tales como:

- Diseño para la captación de aguas lluvias por medio de diques.

- Captación de agua para consumo humano con la ampliación de la red primaria, con el objeto de diseñar un sistema de bombeo desde la captación de las aguas hacia un punto estratégico para poder distribuir el agua por medio de gravedad o según los recursos disponibles de las comunidades.
- En conjunto con la propuesta anterior, se propone potabilizar el agua con el Sistema de Potabilización de Agua con Flujo Continuo Mediante Desinfección Solar como recurso renovable .
- Por último, se propone al Departamento de Medio Ambiente de la Universidad, retomar el tema de la reforestación parcial o total de las áreas más afectadas según la condición geográfica.

Todo lo anterior se hace con el objeto de garantizar el buen uso de la electricidad como fuente de progreso, y mejorar la **calidad de vida** de las personas de las comunidades involucradas.

Entiéndase por calidad de vida a la forma integral de desarrollo humano, es decir, no empobrecer a un grupo al tiempo que se enriquece a otro: considerando que una estructura sociopolítica caracterizada por una desigualdad creciente podría llegar a ser sustentable sólo a través de la presión, pero no en términos sociales. No degradar la diversidad y productividad biológicas de los ecosistemas, ni de los procesos ecológicos y los sistemas vitales esenciales. Aumentar la capacidad de respuesta a los cambios y mantener o incrementar las opciones por una adaptación independiente¹.

¹ Conceptos de Género y Desarrollo, Universidad de Santiago de Chile, 1996. Sonia Montecino & Loreto Rebolledo.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A Dios todo Poderoso y María Santísima pues gracias a ellos pude completar el proyecto,

A mi esposa Leonor Yesenia, que supo comprenderme y acompañarme durante la realización del mismo,

A mis hijos: Rebeca Alejandrina y Gerardo Arturo, a quienes robé muchas horas de juego y diversión,

Finalmente agradezco a mis padres, quienes me iniciaron en el amor, la vida y el estudio.

José Arturo Matus Monterrosa

Agradezco a Dios Todo poderoso, por quien todo ha sido hecho y quien me ha permitido llegar hasta este momento de triunfo y satisfacción.

A mis padres quienes siempre me han apoyado en todos los aspectos y sin ellos no hubiese sido posible iniciarme en los estudios,

A mi esposa Marta Elena quien de muchas formas me apoyó y comprendió durante la culminación de la carrera,

A mis hijas, Marta Gabriela y Fátima Elena a quienes amo mucho, y me hacen sentir que tengo un nuevo propósito en mi vida,

A mi hermano Domingo y mis hermanas Ena y Milagro quienes han completado mi vida formando un familia muy unida y feliz,

A mis compañeros de Tesis Arturo y Fraser, con quienes pasamos buenos momentos, pudiendo concluir el presente trabajo de graduación

Y a todas aquellas personas que de buena voluntad me han dado su apoyo y cariño lo largo de mi vida.

Rafael Alcides Rosa Hernández

Agradezco a nuestro Señor Jesucristo, ya que El da el querer como el hacer.

A mi amada esposa Bella Lorena, por impulsarme y animarme a seguir adelante.

A mi hijo Fraser Alejandro, por inspirarme y mostrarme el Amor en todo su esplendor.

A nuestro próximo Baby, que aunque no lo he visto a los ojos, ya late en mi corazón.

A mi madre por su amor y esfuerzo en su vida y a mi hermano Douglas por su apoyo.

Y a todas las personas que me aman y aprecian. Dios los bendiga.

Fraser Lew Torres Lemus

Agradecimiento especial en nombre del grupo:

Al ingeniero Jorge Basagoitia, al ingeniero Anselmo Baldizón y al P. Pedro García sdb quienes depositaron su confianza en nosotros para la realización de tan importante proyecto, al mismo tiempo extendemos el agradecimiento al Lic. Mario Rafael Olmos sdb por su pronta incorporación y activa participación.

Que Dios los bendiga.

SIMBOLOGÍA

AYA : Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

α : coeficiente de dilatación lineal del cable por grado de temperatura

ω : P/S [m/mm²]

ω : peso del hilo en Kg/m/mm²

ω : peso del hilo en Kg/m/mm²

θ_2 : temperatura a la que puede estar el cable en la condición 2

a : vano IS en metros

E : módulo de elasticidad del cable en Kg/mm²

EAWAG / SANDEC : Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Ambiental / Agua y Saneamiento en Países en Desarrollo

Fv : es la sobrecarga del viento

g : Aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).

H : distancia desde I, o desde S, al eje OX.

IEC : (Comisión Electrotécnica Internacional), por sus siglas en inglés, International Electrotechnical Commission

IEEE : (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos), por sus siglas en inglés, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ISO : (Organización de Normas Internacionales), por sus siglas en inglés, International Standards Organizations

LGE : Ley General de Electricidad

mca : metros por columna de agua

mm: milímetros

m : Metros

NEC : (Código Eléctrico Nacional), por sus siglas en inglés, National Electrical Code.

NESC : (Código Eléctrico Nacional de Seguridad), por sus siglas en inglés, National Electrical Safety Code.

NFPA : (Asociación Nacional de Protección Contra Incendios), por sus siglas en inglés, National Fire Protection Association.

OPAMSS : Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador.

PHDS : Programa Humano de Desarrollo Sostenible

P_A : Peso por metro y milímetro cuadrado de sección

PEA : Población Económicamente Activa

PMA : Programa de Escuelas Activas

PROCOM : Programa de Apoyo a Comunidades

Radiación

N = nublado

PN = parcialmente nublado

S = soleado

Solar Viento

SV = sin viento

M = mediano

F = fuerte

S : Sección del cable en mm²

S : es la sección normal al viento (m²)

s.n.m.: sobre el nivel del mar

t₁ : tensión a la temperatura

T_A Tracción máxima del cable

t_s : Tensión en kg/mm² en el punto S

t_v : tensión en Kg/mm² en el vértice V de la curva

UV : Ultra violeta

UNA : Universidad Nacional de Costa Rica.

v : la velocidad del viento(m/s)

y : **h** Cosh (**x/h**)

INDICE

INTRODUCCIÓN	i
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	iii
SIMBOLOGÍA	iv
CAPÍTULO I	
<i>CONDICIONES GENERALES DE NUEVA CONCEPCIÓN, CHALATENANGO</i>	7
Ubicación Geográfica	7
Recursos Naturales	7
Población	8
Fuentes de Ingreso y Empleo	9
Sector Agropecuario	10
Servicios Sociales Básicos	12
CAPÍTULO II	
<i>ANTECEDENTES DEL TEMA O PROBLEMA</i>	13
Descripción del problema	13
Objetivos	
General	14
Específicos	14
CAPÍTULO III	
<i>ELABORACIÓN DEL DISEÑO ELECTRICO</i>	15
Conceptos Generales para Líneas de Distribución de Energía Eléctrica	15
Apoys para Líneas Aéreas	15
Clasificación de los Apoys según su función	16
Apoys de Alineación	16

Apoyos de Ángulo	17
Apoyos de Anclaje	17
Apoyos de fin de líneas o remates	17
Configuración de los Apoyos para las Líneas Aéreas	18
Esfuerzos a los que están sometidos los Apoyos para Líneas Aéreas	18
Esfuerzos verticales	18
Esfuerzos transversales	18
Esfuerzos longitudinales	19
Estructuras que contienen elementos de fuerza múltiple	20
Aisladores y HERRAJES	21
Vano, luz y flecha	23
Configuración de los conductores empleados para líneas eléctricas Aéreas	24
Datos técnicos para el ASCR No. 2	25
Cable de acero de 5/16"	26
Cálculo de Catenarias	27
Conceptos Generales	27
Elaboración de perfiles y plantillas para el trazo de catenarias	31
Curva de flechas máximas verticales	32
Curva de distancia mínima al terreno	32
Curva de pie de apoyos	32
Curva en frío	32
Datos de salida para el ploteo	32
Estimación de los esfuerzos estructurales	46
Cálculo de fuerzas para las estructuras entre los puntos P32 y P33	47
Cálculo del factor de seguridad para los Momentos deflectores	55
Cálculo del factor de seguridad para Esfuerzos cortantes	55

CAPÍTULO III

PROPUESTA TÉCNICA DE DESARROLLO

97

Estudio preliminar para la Captación de Aguas Lluvias	98
Ambientación	98
Desventajas	100
Criterios que se deben considerar para decidir sobre un sistema de captación de agua de lluvia	100
Sistema de abastecimiento de agua mediante la captación y distribución de agua lluvia	101
Inclusión de niveles de precipitaciones de la zona	101
Ubicación topográfica de la zona para la asignación de diques	103
Agua requerida para riego según el tipo de cultivo	107
Propuesta del tipo de cortina: Muro de contención	114
Procedimiento de construcción	114
Costos aproximados de los materiales y mano de obra	116
Captación de aguas para consumo humano	117
Ubicación de los nacimientos	117
Medición y cálculo estimado de los flujos de agua en los nacimientos	118
Demandas de agua estimadas para la población según ANDA	119
Sistema de impulsión	120
Tipos de bombas	121
Bombas centrífugas o radiales	121
Bombas axiales o helicoidales	122
Bombas de flujo mixto	122
Cálculo de la manométrica o dinámica (H)	123
Altura estática	123
Pérdidas por fricción (HF)	124
Pérdidas Singulares (Hs)	127
Requerimientos de presión (P) del sistema	129

Altura representativa de velocidad ($V^2/2g$)	129
Fenómeno de aspiración	129
Altura teórica de succión	130
Potencia de la bomba	131
Curvas características	132
Conexión de bombas	133
Bombas en serie	133
Bombas en Paralelo	134
Consideraciones generales sobre instalaciones y funcionamiento	135
Cavitación	135
Golpe de ariete	135
Cebado	136
Potencia para bombas eléctricas	136
Estimación del diámetro	136
Pérdidas	136
De energía por presión	136
Singulares	137
Presión del Sistema	137
Altura de velocidad	138
Energía de la Bomba	138
Accesorios mínimos que se deben considerar en un sistema de impulsión	138
Propuesta del equipo de bombeo	140
Cálculo del equipo de Bombeo para el nacimiento: Los Manzanos	141
Características generales del equipo de bombeo	144
Esquema del sistema de bombeo	150
Esquema de distribución propuesto para las cantareras	154
Ubicación de la bomba	155
Perfiles para el montaje de la tubería	157
Ampliación de la red eléctrica para la energización del sistema de bombeo	158

Costos aproximados de los materiales y mano de obra	160
Potabilización de agua con flujo continuo mediante desinfección solar como recurso renovable	162
Generalidades	162
¿Qué es SODIS?	163
Datos técnicos del Sistema	163
Limitaciones del sistema	164
Funcionamiento básico del sistema	164
Costo del Sistema	165
Componentes y sus funciones	165
Reactor	166
Intercambiador de calor	168
Válvula térmica	168
Controlador de flujo	168
Tanque de almacenamiento de agua cruda	169
Tanque de almacenamiento de agua potable	169
Plan de construcción	170
Estructura metálica	170
Lámina de aislamiento	170
Absorbedor	170
Empaque O-ring	171
Vidrio con angulares	171
Intercambiador de calor	172
Juego de válvulas	172
Tanque de agua cruda	172
Controlador de flujo	173
Tanque de almacenamiento de agua potable	173
Instalación del Sistema	173
Lista de herramientas	174
Pasos para realizar la instalación	174

Manual de control y mantenimiento	175
Vaciar el sistema	175
Datos técnicos de operación	176
Resultados de pruebas de campo	176
Factibilidad técnica	177
Aspectos socio culturales	177
Propuesta para la siembra de cultivos forestales	178
Resumen	178
Propuesta para la siembra y explotación de Pino Ocarpa	179
Antecedentes	179
Justificación del Proyecto	179
Objetivos	179
Ubicación del proyecto	180
Agua, Suelo y Potencial Agrícola	180
Acceso	181
Descripción del Proyecto	181
Etapas de Siembra	181
Descripción y Resumen de los Raleos	183
Proyección de costos	186
CONCLUSIONES	188
GLOSARIO	189
BIBLIOGRAFÍA	196
ANEXOS	197
Memoria de las visitas al proyecto	
Plantillas para el trazo de catenarias	
Datos técnicos para los postes metálicos de sección poligonal	

Presentación de Planos a AES – CLESA

Solicitud factibilidad de servicio eléctrico

Factibilidad de Servicio Eléctrico AES – CLESA

Diseño con observaciones AES – CLESA

Solicitud 2ª Revisión AES – CLESA

Entrega de copia electrónica planos eléctricos AES – CLESA

Datos técnicos para la bomba de impulsión sugerida

Planos Eléctricos

CAPÍTULO I

CONDICIONES GENERALES DEL MUNICIPIO NUEVA CONCEPCIÓN, **CHALATENANGO²**

Ubicación Geográfica

Se distribuye al oriente del medio Lempa y sobre el complejo volcánico Cerro Pachoteocinte, con una extensión de 25,749 hectáreas y está integrada por las cuencas de los ríos Mojaflares, Jayuca y la mitad oriental de la cuenca del río Matayate.

Por su configuración está influenciada por dos zonas agroecológicas, presentando condiciones bioecológicas favorables para el desarrollo de amplia gama de especies cultivadas.

El área de la planicie aluvial, donde se alberga parte del Distrito de Riego de Atiocoyo, presenta variaciones de temperatura propias de la zona de bosque húmedos sub-tropical caliente presentando regímenes que inducen canículas prolongadas.

Recursos Naturales

Las unidades geológicas que estructuran el área son principalmente lavas cuaternarias en el complejo volcánico y lavas ácidas intermedias con aluviones en la planicie. Ello propicia el continuo flujo subsuperficial almacenado en la época lluviosa.

Los suelos predominantes son Alfisoles en el área volcánica y vertisoles en la planicie, ambos con excelentes características para la producción de cosechas.

² Los Componentes de Seguridad Alimenticia y Recursos Naturales en el Proyecto Humano de Desarrollo Sostenible, 1996

El potencial natural de las tierras tiene las siguientes características:

- Tierras con aptitud para la agricultura intensiva
- Tierras con aptitud para agricultura semi-intensiva
- Tierras con aptitud para frutales de altura, hortalizas u otros rubros de alto valor
- Tierras con aptitud para la ganadería
- Tierras de vocación forestal
- Tierras marginales para las actividades agropecuarias

El uso de las tierras se encuentra fuertemente influido por el distrito de riego identificándose en la planicie patrones de ocupación del suelo dominados por cultivos de arroz, caña de azúcar, pastos, y granos básicos (maíz y frijol) en los cerros.

En el sector norte, que es donde se distribuyen los suelos esqueléticos, la cobertura principal son pastos naturales y vegetación arbustiva. La cubierta vegetal arbórea prácticamente ha desaparecido.

Tanto por sus características de suelo, como por su posición y disponibilidad de agua, esta micro región presenta un elevado potencial para convertirse en el polo ganadero de la zona norte, para cuyo propósito, se dispone de una buena red de comunicación.

Población

La población de la micro región esta constituida por 27,321 personas, la cual corresponde en su totalidad al municipio de Nueva Concepción. Esta microregión representa el 0.53 % de la población nacional y el 15.4 % de la población departamental.

En términos de género, la población masculina es ligeramente superior que la femenina (207 personas más del sexo masculino). La población urbana representa el 28.93 %, mientras que la población rural el 71.07 %, siguiendo la participación por género la misma situación descrita a nivel rural, mientras que a nivel urbano las mujeres observan un

número mayor en 189 personas.

En términos de la población por edad, el 46.6 % corresponde a niños de 0 a 14 años, el 25.3 % a personas entre 15 y 29 años, el 22.0 % a personas entre los 30 y 59 años y el 6.0 % a personas con 60 años y más. Tanto a nivel municipal, género y población urbana y rural, la participación por grupos de edad es bastante similar. La tasa de crecimiento representa 1.35 %, con una población por kilómetro cuadrado de 106 personas.

Fuentes de Ingreso y Empleo

La población económicamente activa de la micro región se compone de 7,637 personas, de las cuales 5,652 se encuentran en la agricultura, 277 personas en la industria manufacturera, 469 personas en el comercio, 155 personas en la industria de la construcción y 377 personas dedicadas a los servicios domésticos. El resto de actividades observa una participación muy reducida.

A nivel relativo la participación de la agricultura representa el 71.04 % de la PEA micro regional, la industria el 3.48 %, el comercio el 5.89 %, la construcción el 1.95 % y los servicios domésticos el 4.74 %, mostrando igualmente esta micro región el rasgo de una especialización basada en la agricultura.

La participación micro regional de la PEA rural, 5,714 personas, representa el 71.82 %, mientras que la participación relativa por género observa que los hombres representan el 84.36 % de la PEA total.

La desocupación referida por el Censo de Población para la micro región representa a 287 personas, siendo la tasa de desocupación del orden del 3.61 % de la PEA total, manteniendo la característica de una participación por género bastante similar que lo referido para la PEA.

La población no económicamente activa de la micro región representa a 19,395 personas,

existiendo una relación entre población inactiva y población total del 70.88 % y una relación de la población inactiva y población ocupada de 253 personas.

La encuesta de Prochalate indica que en esta micro región se ha producido una emigración de 924 personas, de las cuales 406 han emigrado a otra ciudad, 252 fuera del país y 266 a otra zona rural.

Sector Agropecuario

La encuesta de Prochalate señala un total de 2,604 productores con una superficie total de 3,594.5 hectáreas, representando un área promedio por producto de 1.4 Has.

Las producciones dominantes continúan siendo los granos básicos, al representar el 98.4 % de los productores y el 98.8 % del área agrícola, con una superficie promedio de 1.4 Has por agricultor. El cultivo del arroz en esta zona representa a 140 productores y una superficie de 434 Has.

La diversificación es bastante limitada va que además de los granos básicos únicamente se encuentran cultivos como hortalizas y ajonjolí, pero con una superficie y un número de productores bastante limitada.

De acuerdo a la encuesta de Prochalate para 1994 en esta micro región había una existencia de 3,010 bovinos, 574 equinos, 1.540 cerdos, 11,998 aves y 532 cabras.

La ayuda alimentaría manejada por el Programa de Escuelas Activas (PMA) no a sido incorporado en esta micro región.

Según Prochalate, el 23.5 % de la producción es destinada al autoconsumo y el 76.5 a la venta. La producción es vendida casi en su totalidad en Chalatenango ya que el 95.9 % de esta es comercializada en el mismo departamento.

La micro región cuenta con 2,170 productores, de los cuales 1,750 son hombres y 420

mujeres. De estos 154 perciben de 0 a ¢5,000 colones de ingreso bruto anual, 672 productores un ingreso bruto de ¢5,000 a ¢10,000 colones, 574 productores un ingreso bruto de ¢10,000 a ¢15,000 colones y 770 productores ingresos superiores a los ¢15,000 colones.

En términos relativos el 7.1 % de los productores perciben de 0 a ¢5,000 colones de ingreso bruto anual, el 31.0 % de los productores un ingreso bruto de ¢5,000 a ¢10,000 colones y el 61.9 % de los productores un ingreso bruto superior a los ¢10,000 colones.

En esta micro región el 31.5 % de los productores son propietarios, el 55.9 % son arrendatarios y el 12.6 % son productores con otras formas de tenencia.

De acuerdo al tamaño de la explotación el 36.4 % de los productores observan una extensión inferior a las 0.9 Has, el 31.5 % una extensión entre 1.0 y 1.9 has y el 32.2 % explotaciones mayores a las 20 Has.

En Nueva Concepción han sido beneficiados por el PTT 565 personas, con una extensión de 2,315.74 manzanas y una superficie por beneficiario de 4.10 mz (2.9Has).

En este municipio se encuentran casi la totalidad de las cooperativas del departamento, al existir 9 cooperativas del sector Reformado: Rancho Luna (25 socios), Tepeagua (25 socios), Las Guaras (21 socios), Tres Haciendas (26 socios), Puesto Rico (16 socios), Santa Rosa (33 socios), Los Chilimates (73 socios), Pañanalapa (290 socios) y Colima (250) socios, haciendo un total municipal de 759 asociados.

No se conoce actividad artesanal de importancia en esta micro región.

La encuesta de Prochamate identifica a 42 personas en el municipio de Nueva Concepción dedicadas a la actividad pesquera.

Servicios Sociales Básicos

El 91.9 % del nivel académico alcanzado en la microregión lo representa la educación básica, con un total de 11,629 personas. La educación media representa el 5.9 % (736 personas) y existen 30 técnicos universitarios y 37 personas con educación superior.

En esta micro región la tasa de analfabetismo para una población de 5 años y más es del 43.4 %.

Existen 11 promotores de salud. La relación de la población con respecto a los promotores es de 2,484 personas por promotor. Esta micro región presenta una relación inferior al promedio departamental.

Los casos de desnutrición reportados por primera vez por grupos de edad de 0 a 14 años por la Oficina Departamental del Ministerio de Salud para 1995 señalan 358 con desnutrición leve y 148 casos con desnutrición moderada o severa, haciendo un total de 506 casos. El porcentaje de desnutrición de 0 a 4 años, de acuerdo a los casos de desnutrición reportados es del 11.77%.

De acuerdo a ponderaciones de la Oficina departamental del Ministerio de Salud Nueva Concepción es considerado un municipio con prevalencia alta en retardo de talla.

La tasa de mortalidad infantil en Nueva Concepción es de **47.87 por mil**.

La situación de vivienda y saneamiento en el municipio de Nueva Concepción continúa siendo bastante deficiente. El 57.0 % de la población tiene piso de tierra en su lugar de habitación, el 42.9 % adquiere el agua a partir del río, el manantial u otro medio, el 46.3 % no dispone de servicio sanitario, el 82.4 % no cuenta con drenaje, **el 47.5 % no dispone de alumbrado eléctrico**, el 81.6 % utiliza la leña como fuente principal para cocer los alimentos y el 49.4 % elimina la basura en cualquier lugar.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES DEL TEMA O PROBLEMA

Descripción del Problema

El cantón Chaguitón es una comunidad situada a una altura entre 950 y 1000 metros sobre el nivel del mar; aledañas a ésta se encuentran otros caseríos: El Roblón, El Aguacatillo, Pueblo Viejo y El Cañalón, todas estas comunidades pertenecen a la jurisdicción de Nueva Concepción, Chalatenango y se suman a la micro región descrita en el capítulo anterior, lo cual se reduce a el empobrecimiento generalizado ya que carecen de servicios primarios tales como **energía eléctrica**, agua potable, aguas negras, telecomunicaciones, etc.

No existe acceso vehicular entre ninguno de los caseríos antes mencionados y sólo existen veredas que se conocen como paso de mulas; lo accidentado del terreno hace más difícil la comunicación entre las comunidades.

Existe un alto grado de deforestación debido a la falta de técnicas apropiadas de la agricultura y la falta del recurso energético para cocinar (tala de árboles), etc. “El creador confía al hombre, coronación de toda la obra de creación, el cuidado de la tierra (cf. Gen. 2,15). De aquí surgen obligaciones muy concretas para cada persona relativas a la ecología. Su cumplimiento supone la apertura a una perspectiva espiritual y ética, que supere actitudes y los estilos de vida conducidos por el egoísmo que llevan al agotamiento de los recursos naturales²”.

Sumado a lo anterior, es muy notable el alto índice de emigración de jóvenes ilegales hacia los Estados Unidos, por la falta de oportunidades para el desarrollo local de las personas.

² Preocupación por la Ecología (Página 42), Ecclesia In America, Agosto 1999

Objetivos

Objetivo General

Diseñar la línea de distribución eléctrica primaria a 13.2 KV y secundaria 120/240 V, además se pretende potenciar y desarrollar los recursos naturales de la zona para contribuir al desarrollo integral local de dichas comunidades, con propuestas técnicas concretas para mejorar la calidad de vida de las personas.

Objetivos Específicos

- a) Elaborar el diseño de distribución eléctrico para la comunidad Santa Rita Cimarrón y caseríos aledaños, según formatos del FISDL.
- b) Estudiar la factibilidad para la ubicación de embalses para la captación de aguas lluvias, aprovechando el caudal de los riachuelos de la zona.
- c) Proponer la captación de agua para consumo humano desde los nacimientos existentes, y ampliar la red primaria para diseñar un sistema de bombeo desde la captación de las aguas hacia un lugar estratégico en la comunidad más alta.
- d) Aplicar el método de la potabilización del agua con flujo continuo mediante desinfección solar.
- e) Proponer la reforestación de las zonas más afectadas y destruidas.

Con todo lo anterior se pretende fomentar el desarrollo humano de las zonas, considerando que al llevar la energía eléctrica y potenciar los recursos existentes se mejorará en gran medida la calidad de vida de los habitantes.

CAPÍTULO III

PROPUESTA TÉCNICA DE DESARROLLO

Para complementar la parte de Desarrollo Local y más específicamente para desarrollar la parte eléctrica, se presentan a continuación cuatro propuestas técnicas que ayudarán ampliamente en el desarrollo integral de la zona, así:

- Estudio preliminar para la captación de aguas lluvias
- Captación de aguas para consumo humano
- Potabilización de agua con flujo continuo mediante desinfección solar como recurso renovable
- Propuesta para la siembra de cultivos forestales

Cada de una de estas propuestas técnicas acarrearán implícitamente mejoras en la calidad de vida de los habitantes de las comunidades beneficiadas, tal es el caso de la captación de aguas lluvias con el cual se tendrá la posibilidad de almacenar el agua para poder irrigar durante el verano o épocas secas; la colección del agua en un punto estratégico ahorrará en gran medida esfuerzos y sobre todo tiempo en el traslado del agua; garantizar que el agua está potabilizada antes de consumirla ayuda en la higiene y salud, sobre todo de los más pequeños; y finalmente, reforestar buena parte de las zonas que se encuentran en abandono y sin producir, ayuda no solamente a la población aledaña, sino que también estaríamos contribuyendo en la reconstrucción del país.

A continuación se presenta el desarrollo y contenido de los estudios y propuestas técnicas descritas anteriormente:

ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Ambientación

El agua en la naturaleza se encuentra de diferentes formas y a su movimiento dentro de nuestro planeta, se le denomina Ciclo Hidrológico (Ver Figura 22). Este ciclo no tiene principio ni fin, pero el concepto del ciclo se origina en los océanos. La energía del sol transporta el agua de los océanos hacia la atmósfera por evaporación. El vapor de agua se eleva y luego se aglomera formando las nubes. Bajo ciertas condiciones, la humedad contenida en las nubes se condensa y se precipita a la tierra en diferentes formas como la lluvia, granizo o nieve. Parte de esta precipitación escurre sobre la superficie de la tierra y llega a los ríos, lagos y el océano. Una parte se infiltra en el suelo y queda atrapada en las raíces de las plantas y posteriormente vuelve a la atmósfera por medio de la evapotranspiración, otra parte se percola en el suelo y llega hasta los depósitos subterráneos, donde se desplaza y puede volver a reaparecer en la superficie del suelo en forma de manantiales o nacimientos. Así pues el ciclo hidrológico constituye un sistema mediante el cual la Naturaleza hace circular el agua desde los océanos.

Aunque la mayor parte del agua que llega a la atmósfera proviene de los océanos, también contribuye aquella evaporada de los lagos, ríos y la que transpiran las hojas de las plantas.

Cálculos aproximados indican que anualmente se evaporan de los océanos y los continentes unos 334,000 y 63,000 kilómetros cúbicos de agua respectivamente¹⁴. La precipitación total que cae desde la atmósfera es aproximadamente igual a la evaporación que retorna a la misma, por lo que se podría decir que cada año retornan a la tierra unos 397,000 kilómetros cúbicos de agua. De esa precipitación, las superficies terrestres del globo atrapan cada año aproximadamente unos 99,000 kilómetros cúbicos de agua.

Al analizar el ciclo del agua en la tierra podemos decir que el ser humano dispone de dos tipos de fuentes:

- Las superficiales que comprende: lagos, ríos y el agua de lluvia captada mediante

¹⁴ UNICEF, Programa Subregional de Agua, Saneamiento y Educación Ambiental para Centroamérica

diferentes procedimientos.

- Las subterráneas que incluyen: pozos, manantiales o nacimientos y galerías horizontales.

Ciclo Hidrológico

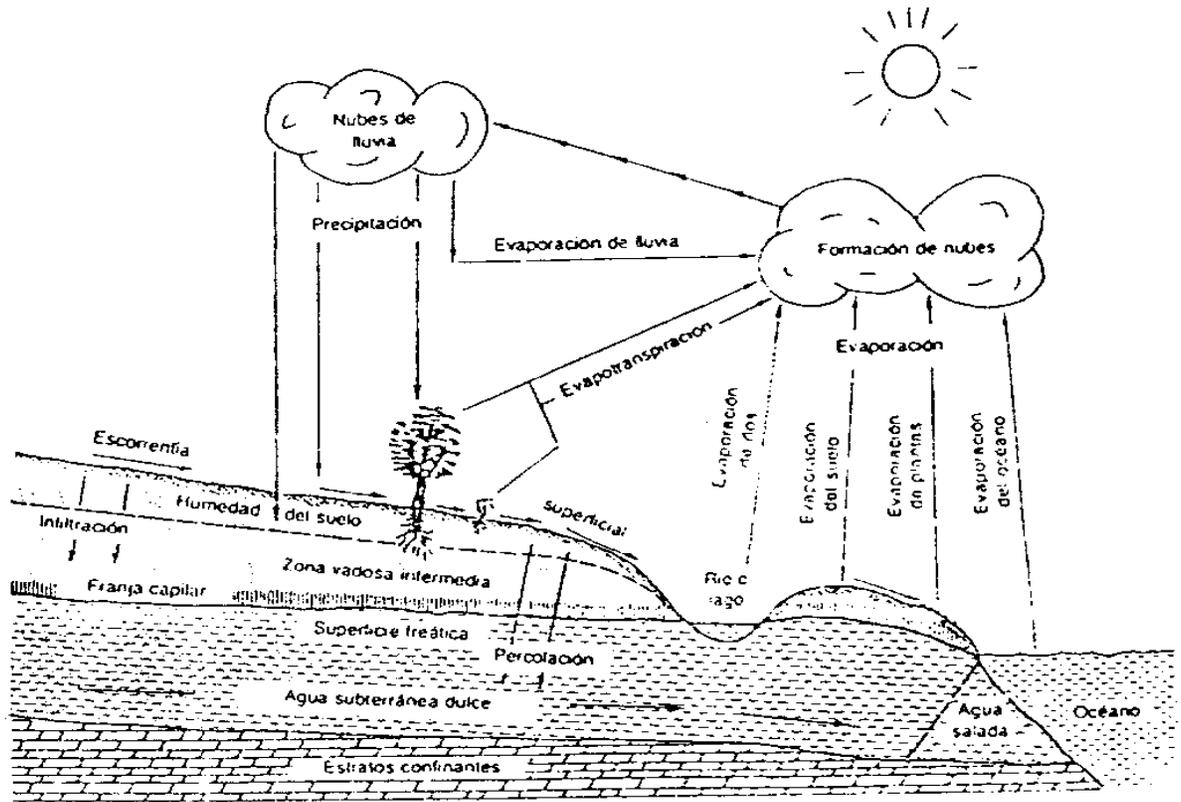


Figura 22

La captación de estas fuentes mediante diferentes sistemas permite disponer del agua necesaria para su subsistencia, tal el caso de la construcción de acueductos por gravedad, sistemas que utilizan bombas accionadas por energía eléctrica o combustible, pozos con bombas manuales, cortinas para la retención del agua, etc.

Se cuenta con agua durante el tiempo en que esta escasea o cuando el abastecimiento de agua es interrumpido.

El sistema proporciona agua a la misma vivienda o a distancias muy cercanas a las

viviendas. Facilita el acceso al agua evitando su acarreo, lo cual se convierte en tiempo ahorrado que beneficia principalmente a las mujeres y niños.

El consumo del agua de lluvia captada y almacenada en los cisternas o tanques puede reducir el índice de enfermedades gastrointestinales a las cuales por lo general están expuestos los habitantes del área rural y urbano-marginal.

Desventajas

Riesgo de contaminación en las cisternas o tanques de almacenamiento, principalmente si se utilizan recipientes para extraer directamente el agua. A través de un Programa de Educación Sanitaria y utilizando bombas manuales se puede solucionar el problema.

En caso de un sistema con cisterna o tanque de uso comunitario, pueden ocurrir conflictos entre los usuarios, principalmente por el mal uso de algunas familias. Esto se puede remediar por medio de una buena organización comunitaria y un Programa de Educación Sanitaria.

El volumen almacenado solo permite su uso para beber, preparar alimentos y lavar utensilios de cocina, no para bañarse o lavar ropa.

Criterios que se deben considerar para decidir sobre un sistema de captación de agua de lluvia

Cuando se agota toda posibilidad de contar con manantiales y el agua subterránea se encuentra a grandes profundidades o no existe.

Existe suficiente disponibilidad de agua de lluvia comparada con su uso o demanda.

El agua de lluvia es complementaria, es utilizada para el abastecimiento como agua de buena calidad. Por ejemplo, a las viviendas que se encuentran cercanas y a un nivel superior a un río; tomando en cuenta en este caso el agua del río para otras actividades

que no requieren tal calidad.

Las comunidades no cuentan con energía eléctrica.

Comunidad está convencida y decidida a participar.

El costo del cisterna para uso familiar es menor que el 25% del valor de la vivienda y debe ser económicamente accesible para la familia o grupo o familiar que lo requiera.

Sistema de abastecimiento de agua mediante la captación y distribución de agua lluvia

Para muchas comunidades rurales, la única solución posible para el abastecimiento de agua puede ser a través de métodos no convencionales, utilizando tecnologías apropiadas como por ejemplo la captación, almacenamiento y distribución del agua de lluvia. Esta puede ser captada de los techos de las viviendas, edificios públicos u otras instalaciones. Un sistema de este tipo bien diseñado es una buena opción para el abastecimiento de agua a una comunidad rural.

Los componentes básicos de un sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua de lluvia son:

Área de captación

Filtro

Cisterna o tanque de almacenamiento

Canaletas

Cubierta de la cisterna

Inclusión de niveles de precipitaciones de la zona

A continuación se presenta en la tabla 11 los datos de precipitación para la zona del Cerrón Grande:

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN EL AREA DEL EMBALSE DEL CERRON GRANDE 1976 –1996¹⁵ (mm)

ANO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1976	NLL	NLL	2	224	195	615	191	201	247	125	47	NLL	1847
1977	NLL	NLL	NLL	90	164	363	217	465	281	107	97	0	1784
1978	NLL	NLL	29	29	140	250	367	286	245	180	63	4	1593
1979	NLL	1	5	178	191	385	289	321	308	314	3	3	1998
1980	90	NLL	NLL	67	274	0	388	0	0	0	28	NLL	847
1981	NLL	NLL	14	44	144	478	291	216	326	330	3	19	1865
1982	1	10	NLL	122	374	384	215	170	430	210	63	28	2007
1983	NLL	1	NLL	44	198	326	151	335	227	156	32	26	1496
1984	2	4	7	67	176	210	327	271	376	133	10	NLL	1583
1985	0	0	0	112	183	220	361	312	209	206	46	15	1664
1986	0	NLL	NLL	34	186	189	360	33	266	186	20	NLL	1274
1987	NLL	2	24	82	144	514	464	300	397	NLL	20	14	1961
1988	ND	ND	61	85	133	425	282	ND	ND	ND	ND	ND	986
1989	2	NLL	NLL	66	221	260	258	448	303	ND	143	NLL	1701
1990	NLL	1	20	75	340	355	276	260	667	159	61	3	2217
1991	NLL	NLL	NLL	41	216	390	121	283	221	378	38	ND	1688
1992	0	0	1	101	115	476	453	320	455	150	26	8	2105
1993	0	0	34	100	320	272	302	370	342	217	10	5	1972
1994	0	4	1	55	227	148	197	452	239	131	69	0	1523
1995	0	0	0	80	179	317	362	183	490	104	6	29	1850
1996	33	ND	48	120	216	444	275	254	419	126	27	ND	1962

NLL= No llovió; ND= No existen datos

Tabla11

¹⁵ Servicio Meteorológico, Dirección General de Recursos Renovables MAG

De lo anterior podemos concluir que anualmente se esta obteniendo un promedio de 1710 mm de precipitación anual en la zona del embalse del Cerrón Grande, la cual esta ubicada en una zona muy próxima al cantón Santa Rita Cimarrón, por lo que dicha precipitación es muy aproximada, Con un máximo de 2217 mm y un mínimo de 847 mm de precipitación de agua.

Ubicación topográfica de la zona para la asignación de diques

Para poder seleccionar la ubicación de los diques a construir, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La cortina del dique no debe estar ubicada en un terreno que posea mucha inclinación, es decir lo más horizontal posible para captar la mayor cantidad de agua.
- Debe estar ubicada en una cuenca que reciba la suficiente precipitación para captar suficiente agua.
- No debe estar por debajo de los terrenos a irrigar por gravedad y evitar el costo de bombeo.
- Debe de estar ubicada en una garganta del cause y preferiblemente con terreno rocoso para proporcionar mejor solidez al muro de contención.
- Debe almacenar suficiente agua para poder irrigar una extensión considerable de terreno.

La figura 23 presenta el relieve del lugar sugerido para el dique de captación de aguas lluvias, la zona más oscura muestra el dique y la zona a inundar, la zona que encierra la línea muestra el área de precipitación que el reservorio podrá captar. Haciendo uso de las curvas de nivel y calculando el área por método gráfico¹⁶, se pudo determinar el área en metros cuadrados que es:

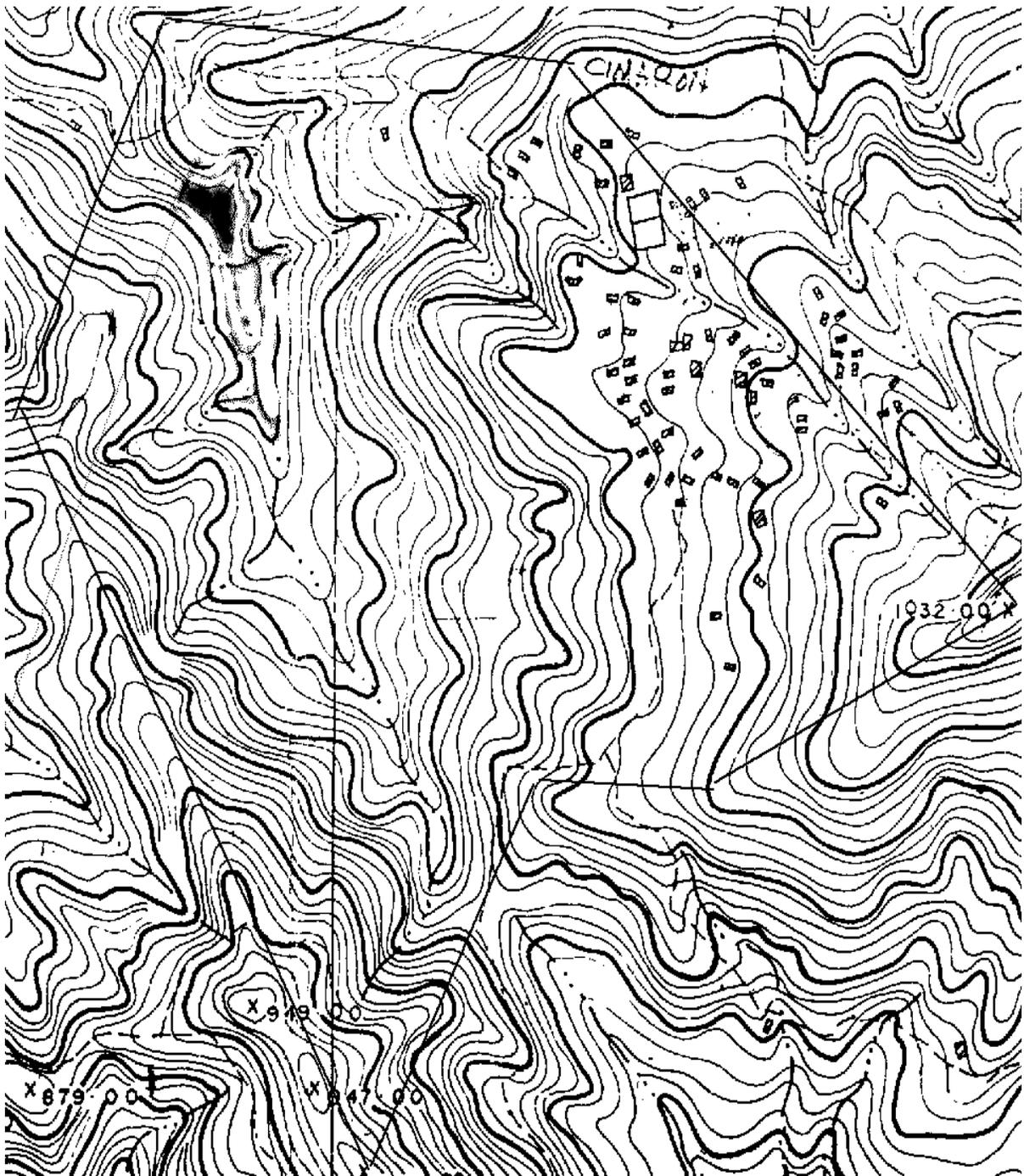
Área de precipitación a captar: 1,283,450 m²

¹⁶ Por Trigonometría simple y dibujo

Multiplicando este valor por el promedio de milímetros de precipitación podremos calcular el volumen posible a captar de agua. así:

Volumen posible a captar = Área de precipitación a captar x Precipitación

Volumen posible a captar = $1,283,450 \text{ m}^2 \times (1710 \text{ mm}) / 1000 = 2,194,699 \text{ m}^3$ de agua lluvia en el año.



Dique para captación de aguas lluvias

Figura 23

Otro sector sugerido para captar agua es el siguiente:

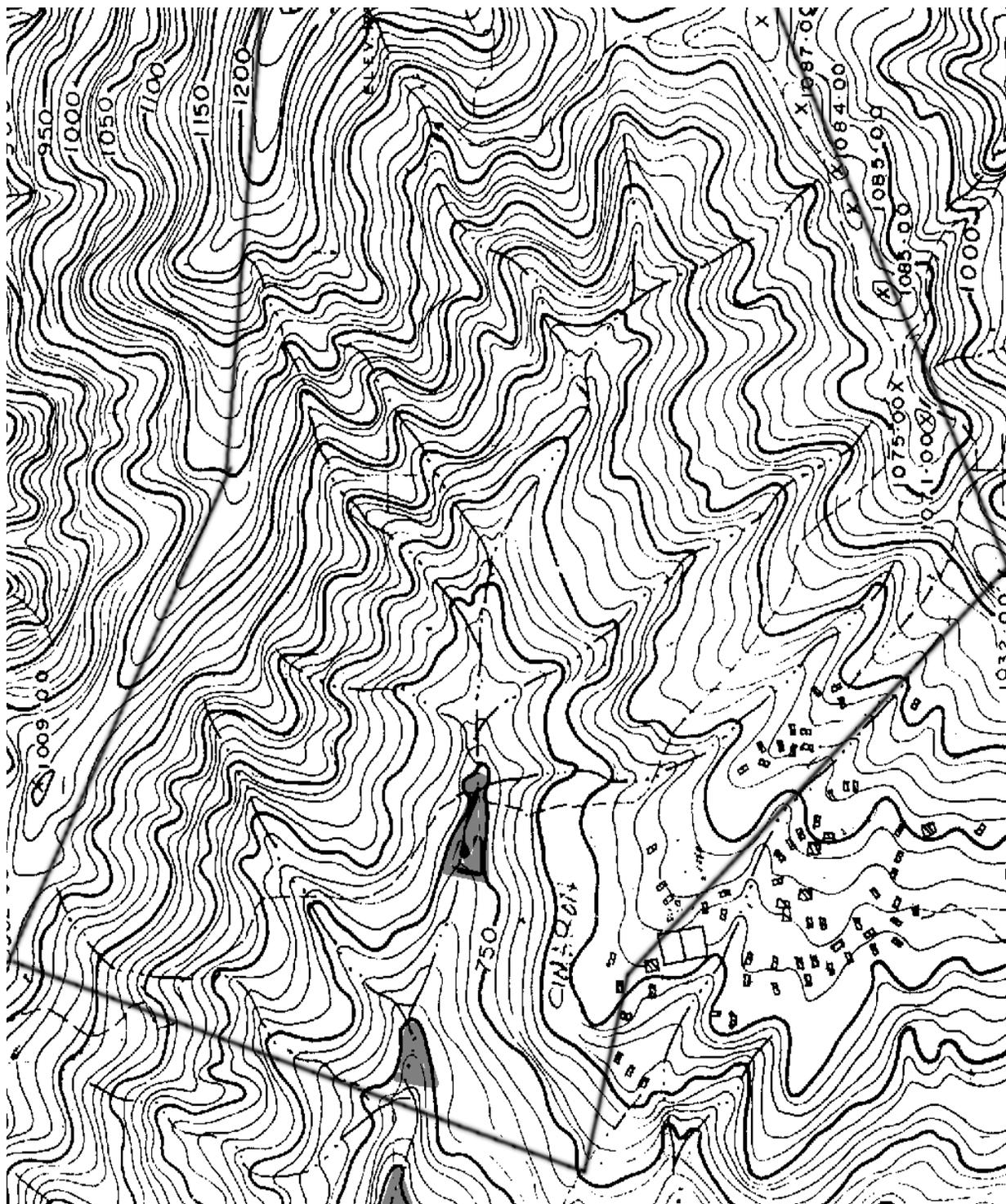


Figura 24

De la misma forma, la cuenca arriba encerrada por líneas oscuras posee un área aproximada de 1,573,100 m² y haciendo cálculos como el mostrado anteriormente, recibe aproximadamente 2,690,000 m³ de agua en el año.

El cálculo anterior nos presenta de manera aproximada la cantidad de agua promedio que cae sobre la cuenca donde se encuentra el reservorio.

Es necesario restar el agua que se permeabiliza en el suelo y la que se evapora por el calor, y tomando en cuenta que 70% de las aguas precipitadas son evacuadas por los ríos¹⁷. Por lo tanto las quebradas ubicadas en dichas cuencas evacuarán un promedio de 3,419,289 m³ aproximadamente.

Agua requerida para riego, según el tipo de cultivo

Hay que tener el conocimiento de la cantidad de agua que el cultivo y el ambiente extraen desde el suelo, es decir, la evapotranspiración o uso consultivo del cultivo; ésta última cambia con la edad del cultivo, el clima y la ubicación geográfica.

Por evapotranspiración se designará a la suma de los volúmenes de agua:

- Utilizados por las plantas
- Evaporados por la superficie del suelo

El uso consultivo varía con la temperatura, la humedad del día y la humedad disponible, sin importar la fuente de donde esta última provenga. Multiplicando la temperatura media mensual (t) por el posible porcentaje mensual de horas del día con relación a las del año (p), se obtiene un valor mensual de evapotranspiración (f).

Se ha determinado que cuando se dispone de suficiente cantidad de agua la evapotranspiración varía directamente con este factor.

La expresión matemática en el sistema métrico es:

$$u = k f$$

y $U = \text{suma de } k f = K F$

donde:

u = evapotranspiración mensual en mm

U = evapotranspiración por periodo de desarrollo

$f = (45.7 t + 813) p / 100$ factor mensual de uso consuntivo, en sistema métrico.

en donde:

K = es un coeficiente empírico de cultivo adimensional que varía con el cultivo y su desarrollo vegetativo para el periodo de riego o para el periodo de desarrollo. Las unidades comunes de medida de suelen ser mm / día, mm / mes o mm / temporada. Se ha encontrado que este es constante para todas partes.

t = temperatura media mensual en grados centígrados.

p = porcentaje mensual de horas del día en relación con las del año

f = Suma de los factores mensuales de la evapotranspiración para un periodo considerado (suma de los productos de la temperatura media mensual y de los porcentajes de horas del día con relación a las del año)

El factor f se puede calcular para aquellas regiones donde se dispone de registro de temperaturas medias mensuales las que se deberán utilizar con los porcentajes de horas que están indicadas en la siguiente tabla 12.

La ubicación de El Salvador es de 13° 40" 18', esto nos proporciona el siguiente porcentaje mensual de horas del día con relación a las del año.

ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
7.08	7.39	8.43	8.44	8.90	8.73	8.99	8.79	8.28	8.28	7.85	8.04

Tabla 12

¹⁷ UNICEF, Programa Subregional de Agua, Saneamiento y Educación Ambiental para Centroamérica

En consecuencia el uso consuntivo U se tiene multiplicando F por el coeficiente empírico K para determinado cultivo. Esta relación permite el cálculo del uso consuntivo en cualquier lugar del mundo, para pequeños cultivos. En la siguiente tabla aparecen algunos valores del coeficiente K para cultivos más comunes en la zona de Santa rita Cimarrón.

Cultivo	Duración normal del periodo de desarrollo de los cultivos	coeficiente (K) de uso consuntivo o evapotranspiración
Cacao	1 año completo	0.60 a 0.70
Plátanos	1 año completo	0.60 a 0.70
Maíz	4 meses	0.75 a 0.85
hortalizas	2 a 4 meses	0.60 a 0.70
Fríjol	3 meses	0.60 a 0.70
Sorgo (Maicillo)	4 a 5 meses	0.70 a 0.80
Naranja y Limón	1 año completo	0.45 a 0.55
Arroz	3 a 5 meses	0.65 a 0.75

Tabla 13

Los valores altos de k corresponden a los lugares áridos mientras que los valores bajos son para zonas húmedas, por lo que se consideraran los valores bajos.

Utilizando las formulas de evapotranspiración con los valores de f y K , y suponiendo un valor de temperatura promedio de 30° C se puede calcular la tabla 14.

Cálculo de evapotranspiración para cada mes del año para EL Salvador

Cultivo	K	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
Factor F		7,08	7,39	8,43	8,44	8,9	8,73	8,99	8,79	8,28	8,28	7,85	8,04
Para el Frijol	0,6	92,78	96,84	110,47	110,60	116,63	114,40	117,80	115,18	108,50	108,50	102,87	105,36
Cacao	0,6	92,78	96,84	110,47	110,60	116,63	114,40	117,80	115,18	108,50	108,50	102,87	105,36
Plátanos	0,6	92,78	96,84	110,47	110,60	116,63	114,40	117,80	115,18	108,50	108,50	102,87	105,36
Maíz	0,75	115,97	121,05	138,08	138,25	145,78	143,00	147,26	143,98	135,63	135,63	128,58	131,70
hortalizas	0,6	92,78	96,84	110,47	110,60	116,63	114,40	117,80	115,18	108,50	108,50	102,87	105,36
Maicillo	0,7	92,78	96,84	110,47	110,60	116,63	114,40	117,80	115,18	108,50	108,50	102,87	105,36
Naranja y Limón	0,45	69,58	72,63	82,85	82,95	87,47	85,80	88,35	86,39	81,38	81,38	77,15	79,02
Arroz	0,65	100,51	104,91	119,67	119,81	126,34	123,93	127,62	124,78	117,54	117,54	111,44	114,14

Tabla 14

Las datos sombreados son los correspondientes a la época de invierno, fechas en las cuales no se necesita riego salvo en años de sequía.

Sabiendo que un mm de altura de agua es equivalente a un volumen de un litro por metro cuadrado (1 mm = 1 Lt / m²), los valores de *u*, en mm / mes, se transforman en Lt / m² / mes.

Con éstos datos podemos calcular cuanta agua por metro cuadrado por temporada necesitamos para los diferentes cultivos presentados en la tabla 14:

Cultivo	K	Temporada	Demanda en litros por m ² por temporada
Frijol	0,6	3 meses	294,98
Cacao	0,6	1 año	618,92
Plátanos	0,6	1 año	618,92
Maíz	0,75	4 meses	497,3
hortalizas	0,6	2 a 4 meses	397,85
Sorgo o Maicillo	0,7	4 a 5 meses	522,08
Naranja y Limón	0,45	1 año	464,18
Arroz	0,65	3 a 5 meses	565,57

Tabla 15

Se ha seleccionado los meses desde Noviembre por ser los meses con menor demanda de

agua.

Si se construyeran muros para crear los diques sugeridos en las figuras 23 y 24 se lograría captar:

Dique 1 : presa con capacidad para captar 12,000 m³ de agua aproximadamente, la zona oscura marcada en la figura 23 corresponde a un dique con un muro de 30 m de largo por 15 m de altura en su parte media,

Dique 2: presa con capacidad para captar 15,000 m³ de agua aproximadamente, la zona oscura superior marcada en la figura 24 correspondiente a un dique con muro de 40 m de largo por 10 m de altura en su parte media,

Dique 3 : presa con capacidad para captar 7,500 m³ de agua aproximadamente, la zona oscura media marcada en la figura 24 correspondiente a un dique con un muro de 20 metros de ancho por 10 de altura en su parte media,

Dique 4 : presa con capacidad para captar 14,000 m³ de agua aproximadamente, la zona oscura inferior marcada en la figura 24 correspondiente a un dique con un muro de 35 metros de ancho por 9 de altura en su parte media,

Sumando la capacidad de los diques obtenemos aproximadamente 48,500 m³ de agua, o sea 4,8000,000 Ltr³, por lo que podemos calcular el área posible a irrigar utilizando la tabla anterior, así:

Cultivo	K	Duración	Demanda en litros por m ² por temporada	Agua almacenada	Área a irrigar en m ²
Fríjol	0,6	3 meses	294,98	48,500,000	164,417
Cacao	0,6	1 año	618,92	48,500,000	78,362
Plátanos	0,6	1 año	618,92	48,500,000	78,362
Maíz	0,75	4 meses	497,3	48,500,000	97,526
hortalizas	0,6	2 a 4 meses	397,85	48,500,000	12,190
Sorgo o Maicillo	0,7	4 a 5 meses	522,08	48,500,000	92,897
Naranja y Limón	0,45	1 año	464,18	48,500,000	104,485
Arroz	0,65	3 a 5 meses	565,57	48,500,000	85,754

Tabla 16

Actualmente en la zona solamente se obtienen ingresos del cultivo de Maíz, Fríjol y ganado ¹⁸, ya que lo accidentado del terreno y la calidad de la tierra no permite el cultivo de otras variedades, muchos terrenos son utilizados para pastoreo de ganado vacuno, o se dejan poblar de vegetación para una futura extracción de leña dejándola descansar para ser cultivadas en el futuro.

De lo anterior podemos deducir que con la capacidad de agua total antes mencionada se podrían irrigar 16.4 Manzanas (164,417 m²) de terreno, cultivadas de fríjol durante los meses de Noviembre a Enero ya que la demanda de agua de dicho cultivo durante estos meses es 294.98 litros / m² o Irrigar 7.83 (78,362 m²) Manzanas de Maíz durante los meses de Noviembre a febrero con una demanda de 618.92 Lt / m².

Estos datos no quieren decir que únicamente se podrá cultivar maíz o Fríjol, si no, una combinación de ambos, además se abre la posibilidad de cultivar otras especies como hortalizas, frutas, etc. además existe la posibilidad de cultivar de peces.

A continuación se señala la ubicación de los cultivos:

¹⁸ Diagnostico Socioeconómico realizado por PROCOM, enero de 2001

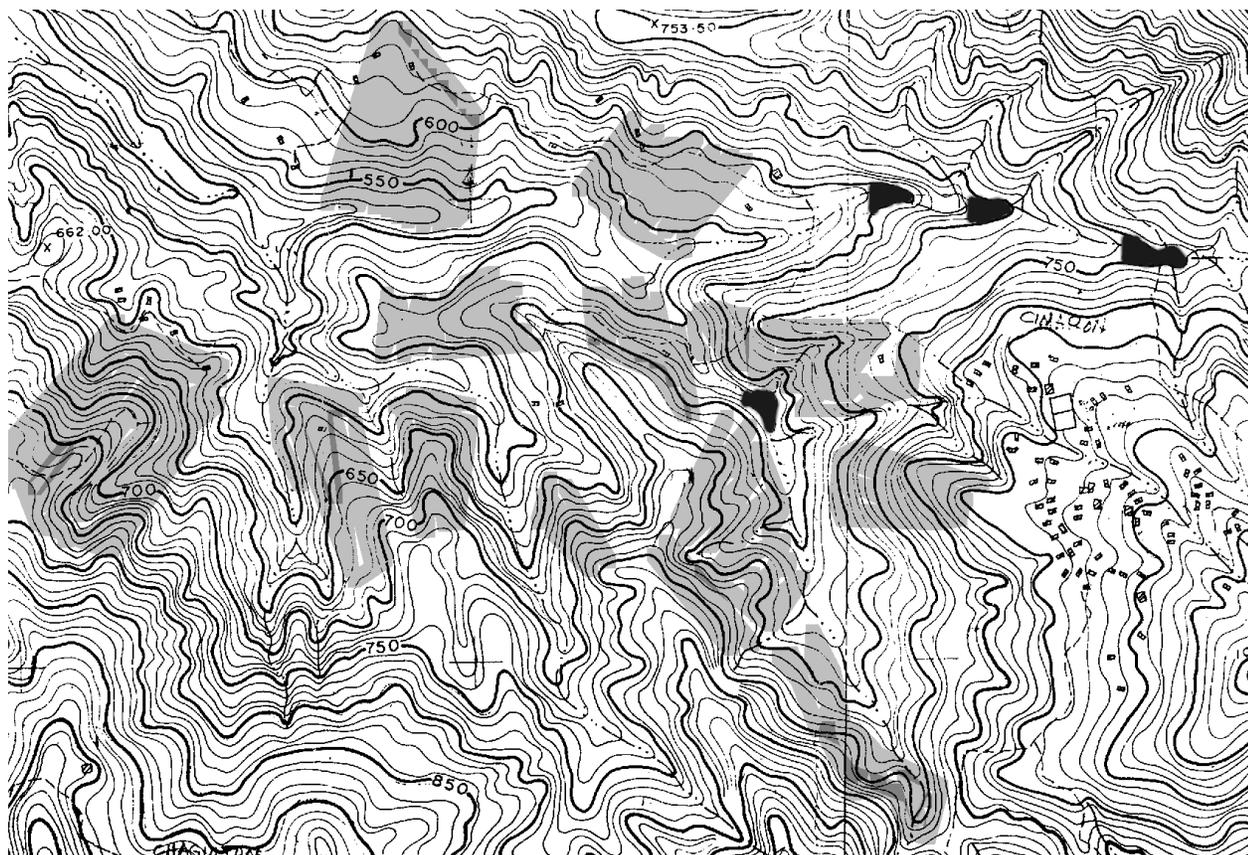


Figura 25

Las zonas más oscuras presentan las zonas donde están ubicados los diques mientras que las zonas menos oscuras donde se siembra el maíz y frijol.

Las zonas no sombreadas representan aquellas zonas dedicadas a la pastoreo de ganado y zonas para extraer leña.

La ubicación de los diques para posibilitar el cultivo durante las épocas secas nos limita la cantidad de área a cultivar debido a que la mayoría de tierras fértiles están relativamente elevadas, y la construcción de grandes diques en zonas de difícil acceso es muy costosa. Por lo que, no se pretende cultivar todo en su totalidad, pero si proporcionar una alternativa para cultivar algunas regiones en épocas secas.

Propuesta del tipo de cortina o muro de contención

Existen varios tipos de presas, las cuales pueden reducirse o clasificarse en cuatro tipos generales:

- Presa flexible, de tierra o de enrrocamiento
- Tipo de pantalla o hueca, de hormigón armado
- Tipo de arco elástico
- Tipo de gravedad

La elección del tipo de cortina o presa esta condicionado al precio y facilidad de obtención de los materiales de construcción, las condiciones de solidez y compactación del suelo de fundación y, por la altura de la presa y la seguridad exigida por las regiones habitadas aguas debajo de la misma.

Nominalmente no existe un límite para la altura de las presas, pero es obvio que económicamente solo pueden lograrse las mayores alturas con los tipos de diques más sólidos. En consecuencia, se construirán las presas siempre que la disponibilidad y precios de los materiales lo permitan, presas de relleno en suelos de grava cementada, arena o arcilla; y presas de fabrica en fundiciones rocosas.

La altura de la presa, a parte de la influencia que tiene en la economía del conjunto, según el tipo de dique, es importante en cuanto a la adaptabilidad de éste a una clase dada de fundación, así: presas de gravedad bajas, hasta de 8 m de altura, por ejemplo pueden asentarse sobre suelos de limo o arena fina; de 9 hasta 20 m, sobre lechos de grava o de arena gruesa compacta; y de 20 a 160 m sólo sobre roca sólida.

Procedimiento de construcción

Podrían realizarse también pequeñas presas individuales según la necesidad y la ubicación de los terrenos.

Es necesario en primer lugar seleccionar el lugar mas apropiado, tipo garganta o el lugar mas estrecho según la topografía de la zona, es de hacer notar que si el lugar es rocoso en ambos extremos, favorece a la construcción y minimiza los costos.

Una vez seleccionado el lugar donde se va a construir la presa, hay que cavar al menos un tercio de la altura vista de la presa (muro), el muro puede ser entre 1.5 y 4.0 mts. ancho, la tierra que va saliendo se traslada hacia el lado contrario de donde se va a captar el agua como una contra fuerza de tierra para ayudar a sufragar el volumen que se espera recolectar en la época de lluviosa.

Al mismo tiempo se instala en el tope del muro una tubería de al menos 12" de diámetro con el objeto de drenar los residuos y materia orgánica que se acarrea en el río crecido al bajar el agua con las primeras lluvias, la limpieza o el desagüe deberá realizarse en los dos primeros años, después de éstos tal vez no sea necesario hacerlo sino cada dos o tres años.

Una de las ventajas de detener el agua de esta manera es que no se detiene el flujo del río, ya que una vez llenada la presa, el excedente fluye sobre el tope de la presa, por otro lado la no permeabilización de la tierra permite la infiltración lo cual beneficia a la zona y a las fuentes de aguas abajo se alimentan.

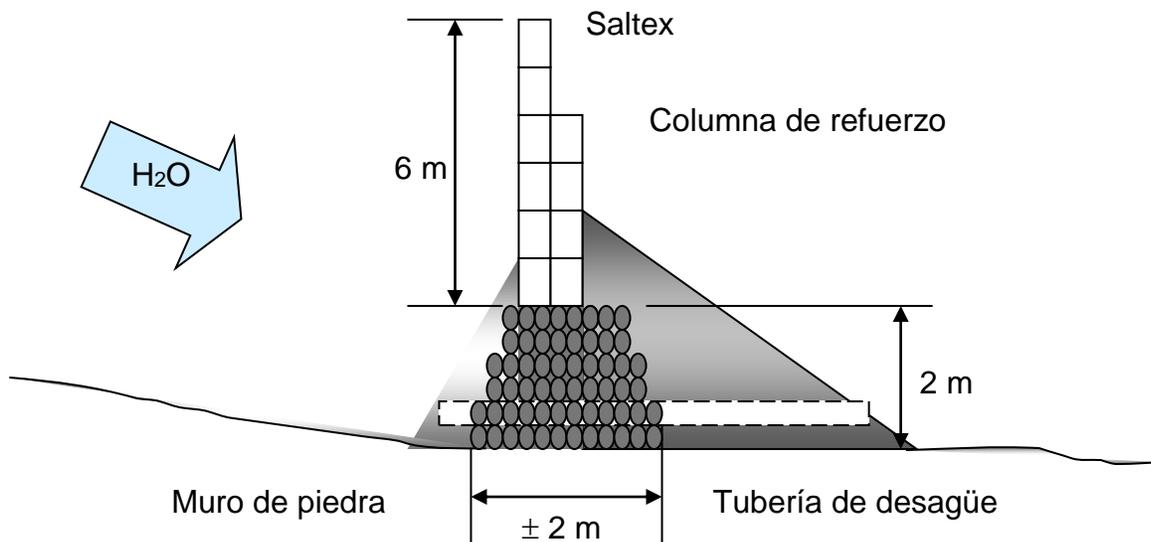


Figura 26

Costos aproximados de los materiales y mano de obra

Los costos de construcción de la presa pueden variar dependiendo del acceso para transportar los materiales y sobre todo por el tamaño de la misma.

Como un parámetro utilizaremos la experiencia de unas presas construidas en Miramundo, La Palma a 2,200 m.s.m.

Los materiales y costos de los mismos se presentan a continuación:

Arena (m³) ¢ 140.00

Saltex (Unidad) ¢ 1.50

Bolsa de cemento ¢ 40.00

Piedra lisa (m³) ¢ 400.00

Muro de piedra (M³) ¢ 350.00

Mano de obra ¢ 50.00 M³

CAPTACIÓN DE AGUAS PARA CONSUMO HUMANO

Ubicación de los nacimientos

En la figura siguiente se presentan marcados los afluentes de agua de los cuales la población de Santa Rita Cimarrón extrae el agua para consumo humano y diferentes tareas domesticas.

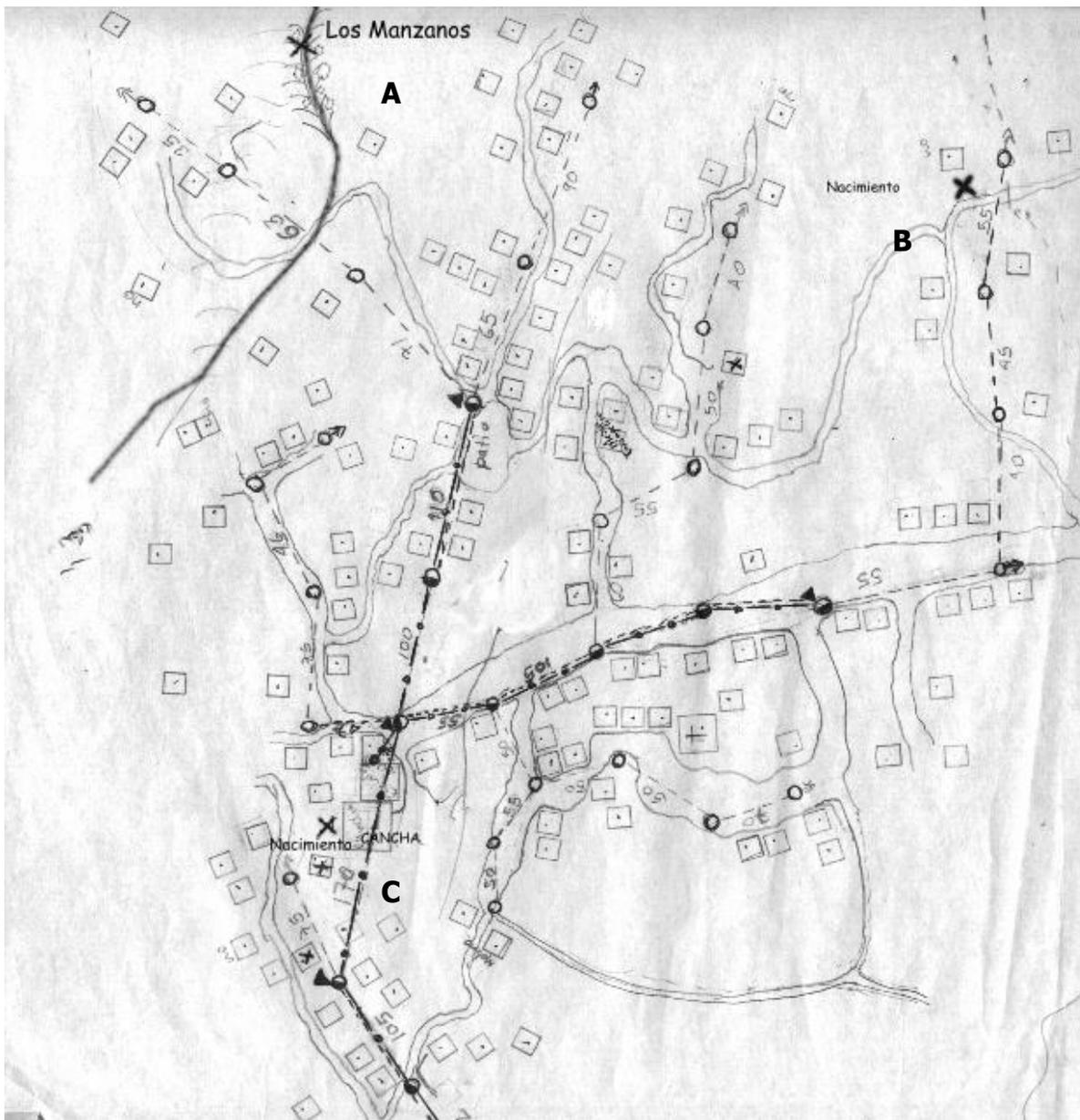


Figura 27

El primer nacimiento y de mayor importancia "A", conocido comúnmente como los Manzanos, es el nacimiento que está ubicado a mayor altura, entre 890 a 930 snm, consiste en una pequeña quebrada que baja de la cima del cerro Rancho Quemado, a lo largo de unos 60 m, los pobladores han distribuido una serie de cajas de recolección de agua, cada una posee un diferente propietario que hace llegar el agua por gravedad hacia su casa, utilizando mangueras.

El segundo nacimiento "B" que esta ubicado a una altura inferior que el anterior a unos 880 snm, consiste en unas pocas cajas recolectoras de agua las cuales suplen poca cantidad de agua capaz de llenar durante el día unos 5 m³, pero que permanecen toda la época del año.

Y un tercer nacimiento "C", que esta ubicado en el costado norte de la cancha de fútbol, a una altura de 865 metros snm, consistente en un tanque recolector ubicado bajo tierra y del cual brotan el agua por medio de una tubería de PVC de 2 " de diámetro.

Existen otros pequeños nacimientos de agua muy por debajo de la altura en que se encuentra ubicada Santa Rita Cimarrón, por lo que un bombeo de agua desde dichos nacimientos sería muy costoso.

Medición y cálculo estimado de los flujos de agua en los nacimientos

Como se hizo mención anteriormente existen tres nacimientos, pero estos, como es natural, no poseen un flujo continuo de agua, si no; este va disminuyendo substancialmente a medida que avanza la época seca, por lo que se nos hace difícil medir la cantidad de agua que estos emanan. Además, el difícil y retirado acceso al lugar nos dificulta llegar al lugar con la frecuencia suficiente para realizar un monitoreo adecuado del flujo de agua que fluye de dichos nacimientos.

Demandas de agua estimadas para la población según datos de ANDA

Según ANDA, la dotación total de agua en la zona urbana oscila entre 80 a 350 litros por persona por día (l/p/d) sin tomar en cuenta, el consumo comercial, público, etc. y un 20 % para fugas y desperdicios. Pero específicamente, la dotación total urbana debe de ser mayor o igual 220 l/p/d.

Tabla de Consumos específicos:

- Dotación total urbana \geq 220 l/p/d
- Locales comerciales 20 l/m²/d
- Hoteles 500 l/hab/d
- Pensiones 350 l/hab/d
- Restaurantes 50 l/m²/d

Escuelas

- Externos 40 l/alumno/d
- Internos 200 l/p/d
- Personas no residentes 50 l/p/d

Hospitales

- 600 l/cama/

Clínicas

- Medicas 500 l/consultorio/d
- Dentales 1000 l/consultorio/d

Vivienda

- Mínima 80 – 125 l/p/d
- Media 125 – 175 l/p/d
- alta 175 – 350 l/p/d

Otros

- Jardines 1.5 l/m²/d
- Cantareras \geq 30 l/p/d

Es decir que para poder suplir la demanda a Santa Rita Cimarrón con una población de 480 personas, se necesitarían 105,600 litros por día. Pero como se verá más adelante, el agua que emana de los nacimientos de agua es mucho menor, por lo que se espera suplir en parte dicha demanda, por lo menos en las necesidades más básicas, por lo que en la propuesta se distribuirá el agua por medio de cantareras para la cual utilizaremos la demanda de 30 l/p/d, por lo que se necesitaran solamente 14,400 litros diarios.

SISTEMAS DE IMPULSIÓN

El desarrollo tecnológico al que asistimos durante los últimos tiempos, producción masiva de productos industriales a bajo costo, agregado a la electrificación rural, abren enormes perspectivas a la agricultura. En este contexto, la tecnificación del riego no ha estado ajena a este proceso existiendo hoy día un enorme desarrollo y numerosas alternativas al alcance de los agricultores.

El uso eficiente de los recursos hídricos se ha propuesto difundir a un amplio público las técnicas actuales disponibles y la operación de los sistemas de riego¹⁹.

En áreas de escasez de recursos hídricos como son la zona norte, el riego tecnificado alcanza a un cuarto de la superficie regada, pero desafortunadamente concentrada casi exclusivamente en el sector de agricultura empresarial, por lo que estamos ante un gran desafío para integrar a la pequeña y mediana agricultura a este proceso.

Un sistema de impulsión consiste básicamente en captar agua desde un determinado lugar y elevarla o impulsarla a otro punto, ubicado por lo general a un nivel más alto. Al momento de realizar el diseño de un sistema de impulsión, se deben tener presentes múltiples factores como por ejemplo; disponibilidad de artículos en el mercado, costos, calidad, garantía de los elementos, forma de instalación, etc. los que indicarán las dimensiones más apropiadas de los elementos a utilizar, en especial las características y dimensiones de la bomba y tuberías.

¹⁹ Sistemas de Impulsión, Claudio Crisóstomo Fonseca, Ing. Civil Agrícola, Universidad de Concepción

Tipos de bombas

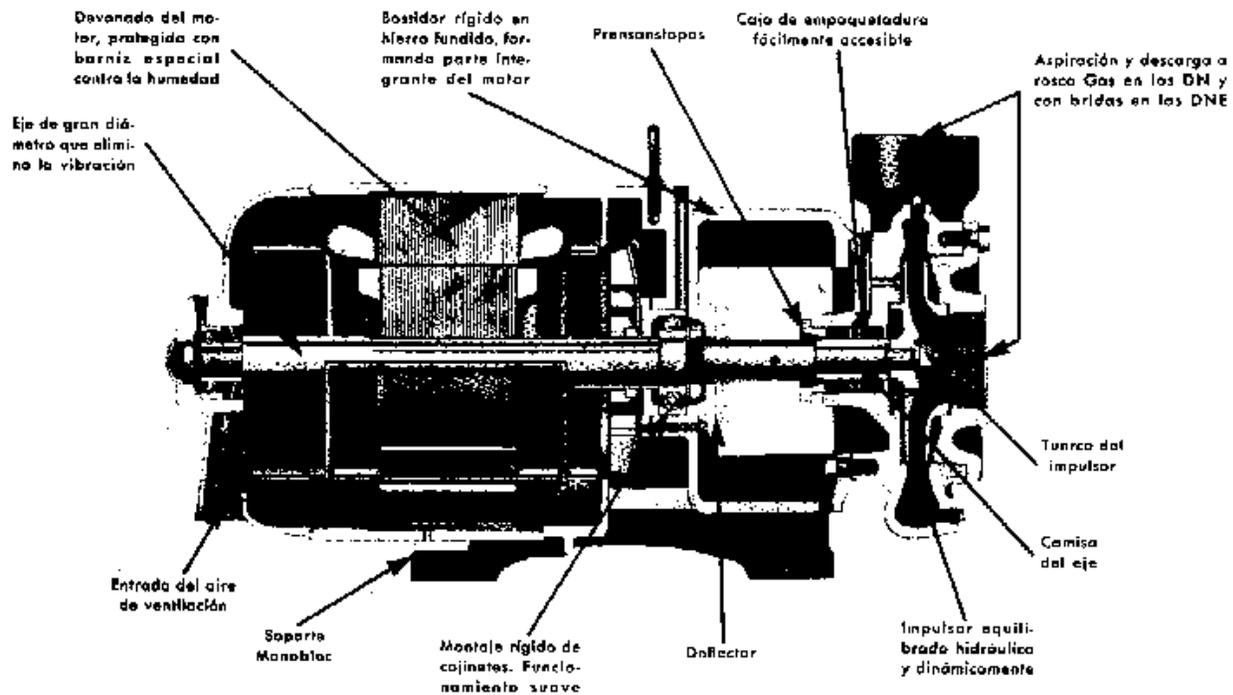
Existen tres tipos de bombas comúnmente usadas en la captación de aguas:

- 1) Centrífugas o radiales
- 2) Axiales o helicoidales
- 3) De flujo mixto

Bombas centrífugas o radiales

Son las más populares y a veces las únicas existentes en el mercado. Se caracterizan por hacer uso de la fuerza centrífuga para impulsar el agua; razón por la cual, el agua sale perpendicular al eje de rotación del alabé o rodete.

Este tipo de bomba proporciona un flujo de agua suave y uniforme. Se adapta a trabajos a velocidades altas, las que son normales en motores eléctricos. Son especialmente indicadas para elevar caudales pequeños a gran altura. Las partes de una bomba se muestran en la figura 28.



Corte axial de una bomba monobloc Worthington mostrando sus características más importantes. (Por cortesía de WORTHINGTON.)

Partes de una bomba

Figura 28

Bombas axiales o helicoidales

No hacen uso de la fuerza centrífuga para elevar el agua, sino que empujan el agua tal como un ventilador impulsa el aire que lo rodea, razón por la cual el agua sale paralela al eje de rotación del impulsor. Son especialmente indicadas, para elevar grandes caudales a baja altura, pudiendo elevar hasta 11 m³/seg. a alturas de 1 a 6 metros.

Bombas de flujo mixto

Para aprovechar las ventajas de sencillez y poco peso de las bombas helicoidales y aumentar la altura de elevación, se modifica la forma de los alabes de la hélice, dándoles una

forma tal que imparten al agua una cierta fuerza centrífuga. Alcanzan su mejor rendimiento con gastos entre 30 y 3,000 litros / segundo y alturas de elevación de 3 a 18 m.

Casi la totalidad de las bombas comercializadas corresponden a las del tipo centrífuga, existiendo modelos específicos para caudal y otros para altura de presión.

Cálculo de la manométrica o dinámica (H)

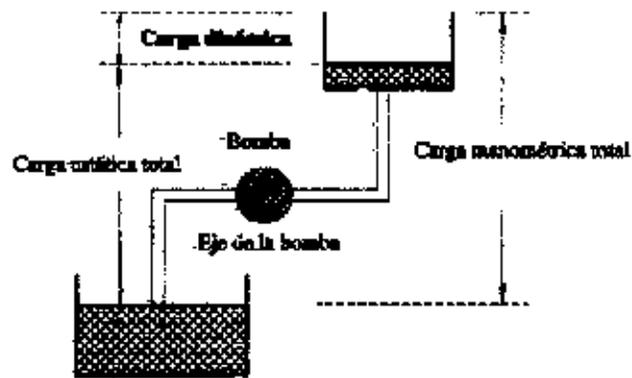
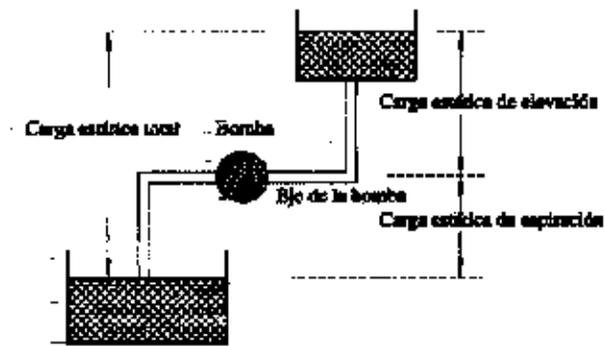
La presión de una bomba o energía mecánica transmitida al líquido debe ser tal, que permita al agua vencerlos siguientes factores:

- La altura estática (diferencia de nivel entre la toma y entrega del agua).
- Las pérdidas de carga por fricción del fluido con la tubería (HF).
- Pérdidas por singularidades o accesorios (Hs).
- Los requerimientos de presión si, por ejemplo, se hace funcionar un equipo de riego presurizado (P).
- La altura representativa de velocidad ($V^2/2g$).

Altura estática

Se denomina altura estática (figura 29) a la diferencia de altura entre el punto de toma de agua y donde se entrega. Se divide en:

- a) Carga estática de aspiración.
- b) Carga estática de elevación.



$$\text{Carga manométrica total} = \text{Carga estática total} + \text{Carga dinámica}$$

Esquema de carga dinámica en un sistema de bombeo

Figura 29

En los siguientes puntos se explicarán las diversas metodologías para el cálculo de la carga dinámica, la cual estará compuesta por las pérdidas por fricción, singularidades, altura de velocidad y presión de trabajo de los accesorios que se incluyan en la red de impulsión.

Pérdidas por fricción (HF)

Pérdida por fricción se define a la pérdida de energía producto de la resistencia que la cañería opone al paso del agua. La fórmula general tiene la siguiente expresión:

$$HF = J \cdot L$$

Donde:

J = Pérdidas de carga por cada metro de tubería, expresada en metros.

L = Longitud de la cañería de conducción, en metros.

Puede calcularse utilizando la ecuación de Hazen y Williams, la cual es la más ampliamente utilizada:

$$J = Q^{1.85} / (0.28 * C)^{1.85} * d^{4.86}$$

Donde:

Q = Caudal a transportar (m³/seg.)

d = Diámetro interior de la tubería (m).

C = Coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams.

Estas pérdidas deben calcularse para la sección de aspiración y elevación respectivamente, teniendo en consideración lo siguiente:

- No confundir la altura de aspiración, que va desde el nivel del agua hasta el eje de la bomba con la longitud de la tubería de aspiración que es el recorrido desde el chupador hasta la entrada a la bomba.
- No confundir la altura de elevación, que va desde el eje de la bomba hasta el punto donde se entregará el agua con la longitud de la tubería de elevación, que es el recorrido desde la salida de la bomba hasta donde se entregará el agua.

Descripción de los materiales	Coeficiente de Hazen – Williams
PVC	150
Acero	140
Asbesto Cemento	135
Hormigón Vibrado	130
Plástico Corrugado	125
Polietileno	120

Coeficiente de rugosidad de Hazen – Williams para diferentes materiales

Tabla 17

Ejemplo 1.

Determinar la pérdida de carga en una tubería de 100 metros de largo de acero de 120 mm de diámetro interior, en la cual se transportan 17 lt/s (1 m³ = 1000 litros) De la tabla 17 se obtiene que el coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams para el acero, el cual es 140, por lo tanto, la expresión queda escrita como:

$$J = Q^{1.85} / (0.28 * C)^{1.85} * d^{4.86}$$

$$J = 0.0017^{1.85} / (0.28 * 140)^{1.85} * 0.120^{4.86} = 0.0179 \text{ [m/m]}$$

Esto significa que se pierden 1,7 cm de presión por cada metro de tubería. En este caso se utilizan 100 m de tubería, por lo tanto, la pérdida de energía por fricción es de 1,7 m.

Una tabla simplificada de pérdidas de carga para tuberías de PVC, para distintos caudales es la siguiente:

Diámetro Nominal en mm

Q	Q	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140
[lt/s]	[lt/min]											
1	60	1.114	.318	.092	.029	.0096	.003	.0013	.0006	.0002	1E-	6E-05
											04	
5	300	21.88	6.25	1.807	.571	.1888	.061	.0263	.0108	.0041	.002	.0013
10	600	78.89	22.53	6.5142	2.058	.6808	.221	.0949	.039	.0148	.008	.0046
15	900	167	47.71	13.792	4.356	1.4414	.467	.2009	.0826	.0313	.017	.0097
20	1200	284.4	81.23	23.484	7.418	2.4543	.795	.3421	.1407	.0533	.029	.0164
25	1500	429.7	122.7	35.485	11.21	3.7086	1.201	.5169	.2126	.0805	.043	.0249
30	1800	602.1	172	49.721	15.7	5.1963	1.683	.7242	.2979	.1128	.06	.0348
35	2100	800.8	228.7	66.128	20.89	6.911	2.239	.9632	.3962	.15	.08	.0463
40	2400	1025	292.8	84.659	26.74	8.8476	2.866	1.2332	.5072	.1921	.103	.0593
45	2700	1275	364.1	105.27	33.25	11.002	3.564	1.5334	.6307	.2389	.128	.0737
50	3000	1549	442.5	127.93	40.41	13.369	4.33	1.8634	.7664	.2903	.156	.0896
55	3300	1848	527.8	152.59	48.2	15.947	5.165	2.2227	.9142	.3462	.186	.1069
60	3600	2171	620	179.24	56.62	18.733	6.068	2.6109	1.0738	.4067	.218	.1255

Tabla 18

Pérdidas Singulares (Hs)

Las pérdidas singulares o menores, son pérdidas de energía que se producen por la instalación de accesorios, tales como llaves, codos, válvulas, manómetros, etc, en el trazado de un sistema de presión.

Estas se calculan mediante la expresión :

$$H_s = \Sigma [K \cdot V^2 / 2 \cdot g]$$

Donde:

Hs = Pérdidas singulares o menores (m).

V = Velocidad de circulación del agua (m/s).

g = Aceleración de gravedad (9,8 m/s²).

K = Constante adimensional de coeficiente de resistencia que depende de los accesorios que se contemplan en el diseño.

Accesorio	Coefficiente k
Codo 90°	0.90
Válvula de pie	2.50
Lave de compuerta abierta 25%	24.00
Lave de compuerta abierta 50%	5.60
Lave de compuerta abierta 75%	1.15
Lave de compuerta abierta 100%	0.19
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula de no retorno	2.50
Contracción brusca	
Φin / Φout 0.25	0.42
Φin / Φout 0.50	0.32
Φin / Φout 0.75	0.19
Expansión brusca	

Accesorio	Coefficiente k
$\Phi_{in} / \Phi_{out} 0.25$	0.92
$\Phi_{in} / \Phi_{out} 0.50$	0.56
$\Phi_{in} / \Phi_{out} 0.75$	0.19
Tee	1.80
Codo 45°	0.42
Codo cuadrado	1.80

Coeficientes de pérdida de carga K para singularidades

Tabla 19

Ejemplo 2:

Calcular la pérdida de energía que se produce en un codo de 90° en una tubería de 75 mm de diámetro interior en la cual se transportan 6,6 lt/seg. de agua.

Se debe calcular la velocidad de escurrimiento del agua en esa tubería, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V = 4 \cdot Q / \Pi \cdot d^2$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

d = Diámetro interior de la tubería (m).

V = Velocidad de escurrimiento (m/s).

Reemplazando se tiene que:

$$V = 4 \cdot 0.0066 / \Pi \cdot (0.075)^2 = 1.49 \text{ m/s}$$

Reemplazando la velocidad obtenida anteriormente en la fórmula de pérdida de energía singular y utilizando el coeficiente de un codo de 90° de la tabla 19, se obtiene que la pérdida de energía singular es:

$$H_s = 0.9 \cdot 1.49^2 / 2 \cdot 9.8 = 0.10 \text{ m}$$

Por lo tanto la pérdida de energía ocasionada por un codo de 90° es de 0,10 m para las dimensiones y caudales indicadas en el encabezado del ejemplo.

Requerimientos de presión (P) del sistema

Es la presión mínima que se requiere, para que un determinado sistema funcione. Se expresa en metros de columna de agua (mca), y vale cero, si la bomba descarga a través de la tubería libremente hacia la atmósfera. Si la bomba debe llenar un estanque a presión, o mover un aspersor, o salir a través de un gotero, se debe considerar la presión de trabajo de estos elementos de riego.

Altura representativa de velocidad ($V^2/2g$)

Corresponde a la energía cinética del agua dentro de la tubería, que depende de la velocidad del agua. Se relaciona con la velocidad de salida del agua desde la tubería. Su valor, se expresa en mca

Para efectos de diseño ésta se suma a los requerimientos de presión del sistema, con el fin de obtener la Altura Manométrica Total.

Fenómeno de aspiración

Una bomba puede, teóricamente aspirar agua desde 10,33 metros de profundidad, que es el equivalente a una atmósfera de presión (o vacío); esto significa que la máxima distancia a la que puede colocarse la bomba sobre la superficie de agua libre es de 10,33 m a 45° de latitud a nivel del mar.

En la práctica, esta altura de succión es menor debido a factores como: la altura de instalación respecto al nivel del mar, a la tensión de vapor de agua, a la altura neta de

succión positiva (NPSH) y a las pérdidas por fricción del agua en la tubería de aspiración, entre la válvula de aspiración y el eje de la bomba.

El eje de la bomba, debe quedar ubicado a una altura menor que la calculada como altura de succión máxima, desde el espejo de agua hasta el eje de la bomba, debido a que se deben prever los posibles descensos del nivel del agua, con el potencial riesgo de dejar colgado al equipo.

Si un equipo de bombeo opera sin succionar agua, se corre el riesgo de quemar los sellos de la bomba.

Altura teórica de succión

La altura teórica de succión varía con la altitud y latitud. Para condiciones generales se tiene la siguiente tabla :

Altitud sobre el nivel del mar (m)	Altura teórica de succión (mca)
0	10.0
1000	9.2
2000	8.1
3000	7.2
4000	6.3

Altura de succión máxima teórica, en función de la altitud sobre el nivel del mar

Tabla 20

Para los distintos tipos de bombas comerciales se recomiendan las siguientes alturas máximas de succión:

Bombas centrífugas: entre 5 y 7 m

Bombas tipo Jet o autocebantes: entre 8 y 9 m

Potencia de la bomba

La potencia en el eje de la bomba considerando su eficiencia, es aquella que corresponde cuando ésta trabaja para elevar una determinada masa de agua por unidad de tiempo, comunicándole una cierta presión al fluido para vencer la carga manométrica (H). De este modo, las expresiones para calcular la potencia de la bomba son:

$$\text{HP} = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta}$$

$$\text{kW} = \frac{Q \cdot H}{102 \cdot \eta}$$

Donde:

HP = Potencia consumida por la bomba (o potencia en el eje de la bomba), (HP)

KW = Potencia consumida por la bomba (o potencia en el eje de la bomba), (KW)

Q = Caudal elevado (lt/s)

H = Carga total o dinámica (m)

N = Eficiencia de la bomba, $0 < n < 1$

Observación: 1 HP = 745 Watts

Ejemplo 3:

Se desean elevar 15 lt/seg. con una carga manométrica total de 25 m y un eficiencia de la bomba de 85% (0,85). La potencia calculada es:

$$\text{Potencia Motor} = \frac{\text{Potencia Bomba}}{\eta_{\text{motor}}}$$

Donde η_{motor} = Eficiencia del motor

La bomba seleccionada deberá tener una potencia de por lo menos 6 HP, con el propósito de no sobrecargarla durante su funcionamiento.

La potencia comunicada a la bomba es proporcionada por una máquina motriz, la cual en su eje, deberá entregar una potencia efectiva igual o mayor a la requerida por roce y otras; la del motor se determina por la siguiente expresión:

$$\text{HP} = 15 \cdot 25 / 75 \cdot 0.85 = 5.9$$

$$\text{kW} = 15 \cdot 25 / 102 \cdot 0.85 = 4.3$$

El valor de la potencia del motor eléctrico, indica la potencia absorbida en la red y que es aproximadamente un 20% mayor que las necesidades de la bomba. Esto en atención a que las eficiencias de los motores eléctricos, oscilan alrededor del 84% ($\eta = 0,84$); en cambio los de combustión interna tienen una eficiencia variable, según su antigüedad y forma de utilización, siendo substancialmente menor a la de los motores eléctricos.

La eficiencia promedio de motores a combustión interna depende directamente del caudal y altura dinámica total del sistema situándose cercanos al 60% ($\eta = 0,60$).

Nota:

Todas las tablas de selección de equipos, vienen con la corrección por eficiencia del motor incorporada, no siendo necesario volver a considerarla.

Curvas características

Son curvas entregadas por los fabricantes de equipos de impulsión, con el propósito de seleccionar el equipo más adecuado, a cada necesidad en particular. Cada bomba está diseñada para condiciones determinadas respecto a caudal, altura de elevación, potencia y velocidad.

La bomba transmite energía mecánica al fluido transportado, que le permite ser elevado desde el punto de captación al de entrega, considerando las pérdidas en la tubería y en los accesorios. Además de ser necesario, deberá dar la presión requerida si el sistema de entrega de agua es por aspersión o goteo. Esta energía se mide en metros de columna de agua (mca) y se denomina altura de presión (H).

En general, podemos decir que las bombas centrífugas obtienen su máxima eficiencia, al elevar poco caudal a gran altura y que si se disminuye la altura de elevación, aumentará el caudal, disminuirá la eficiencia de la bomba y aumentarán los requerimientos de potencia.

De las bombas helicoidales es posible decir, que la máxima eficiencia es lograda cuando se eleva agua a poca altura y que al aumentar la altura de elevación, disminuye el caudal, aumentando la potencia consumida, lo cual implica que se puede quemar un motor eléctrico o sobre calentar un motor de combustión.

Actualmente, los suministrantes de bombas proveen al comprador un software para calcular la bomba más apropiada según los resultados obtenidos en las pruebas de sus equipos en los laboratorios.

Se deben tener además la siguientes consideraciones:

- Si al seleccionar un tipo de bomba desde un catálogo, los valores de caudal que entrega esa bomba no satisfacen la altura manométrica necesaria, se debe descartar esa bomba y buscar otro tipo.
- Si se satisfacen los requerimientos de caudal y altura manométrica, pero los valores de eficiencia son muy bajos, se debe descartar esa bomba y buscar una que entregue un valor de eficiencia mayor.
- La potencia requerida por el sistema pueda ser abastecida con las fuentes energéticas disponibles, es decir, electricidad mono o trifásica, potencia.

Conexión de bombas

De acuerdo a los requerimientos de presión y caudal del sistema en que se pretenda instalar la planta de bombeo, es importante tener presente que las bombas pueden ser conectadas de dos formas específicamente: en serie o en paralelo.

Bombas en serie

Utilizando este sistema se puede lograr una mayor altura de elevación, manteniendo constante el caudal (Q) como se detalla a continuación y la cual se puede apreciar en la figura 30. La característica fundamental se encuentra en que el caudal que eleva la primera bomba es captado por la segunda y el que ésta eleva es impulsado por la siguiente, lo que puede en teoría ocurrir en varias oportunidades, con el propósito de aumentar la altura de

elevación. Se recomienda utilizar bombas de la misma potencia para completar el sistema; cada una de estas bombas, deberá estar situada de manera que trabajen a la misma carga total, es decir, que cada una de ellas eleven agua a la misma altura manométrica total.

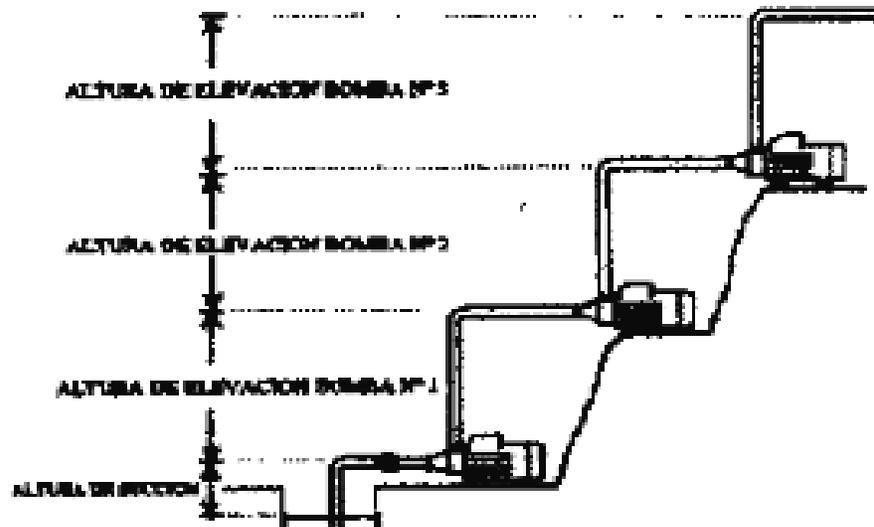


Figura 30

Bombas en Paralelo

Con esta conexión, se logra aumentar el caudal de entrega tal como se muestra en la siguiente figura 30. La bomba que entrega la menor altura de elevación, será la utilizada para el diseño del sistema en paralelo. Consiste básicamente, en colocar 2 o más bombas a aspirar desde un mismo lugar, con el propósito de aumentar el caudal elevado (figura 31).

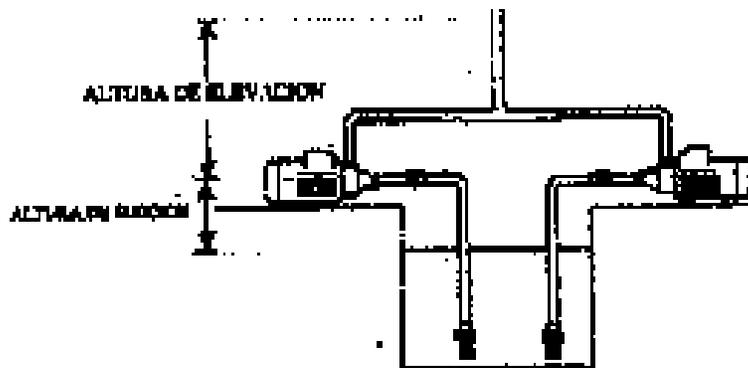


Figura 31

Consideraciones generales sobre instalaciones y funcionamiento

Cavitación

El proceso de cavitación se presenta esencialmente en aquellas zonas en que ocurre alta velocidad del agua, tales como, codos, reducciones y venturímetros entre otros. Lo podemos caracterizar como la reducción de la presión en un líquido, seguido de la creación de cavidades en el líquido que fluye. Estas cavidades aumentan de tamaño y luego se cierran muy rápidamente, produciendo sacudidas violentas dentro de la tubería. Generalmente, se originan daños considerables en las superficies metálicas de la región donde se produce el fenómeno. Se destaca por la pérdida de eficiencia de la máquina y la aparición de ruidos y vibraciones. En bombas, este problema puede ser reducido disminuyendo la altura de succión hasta, los 5 o 7 metros como máximo.

Golpe de ariete

Cuando se interrumpe el flujo de agua en una tubería debido a cierres bruscos de válvulas, y/o cortes súbitos de energía, se producen variaciones en la presión, que afecta a las paredes de la cañería. A estas presiones, se les denomina golpe de arietes; su efecto puede atenuarse utilizando válvulas de seguridad y dispositivos reguladores de presión. Si no

existen estos elementos, es posible disminuirlo, cerrando lentamente la válvula de paso, ubicada inmediatamente después de la bomba.

Cebado

Este proceso consiste en llenar de agua la tubería de succión y la carcasa de la bomba, con el propósito de provocar la succión del agua; evitando que queden bolsas de aire en su interior. El llenado con agua se realiza, a través de despiche o directamente a través del chupador. En las bombas denominadas autocebantes, este proceso no es necesario.

Potencia para bombas eléctricas

Si la potencia del motor es superior a los 3 HP (2,2 KW), se debe contemplar la instalación de una red trifásica, debido a que se produce un alto consumo de energía durante el arranque o partida de la bomba.

Estimación del diámetro

En primer lugar, se debe estimar el diámetro para el sistema de impulsión, utilizando la siguiente expresión:

De acuerdo a las disponibilidades de bombas comerciales, se debe seleccionar un diámetro de aspiración y elevación coherente con la oferta de equipos.

Pérdidas

De energía por fricción

La longitud de la tubería para este ejemplo es de 40 m, por lo que las pérdidas

Por fricción son las siguientes:

Caudal : 0,0025 m³/s

Diámetro interior : Se calcula restando el espesor de paredes, para el diámetro y clase de material elegido.

Reemplazando los valores en la fórmula de pérdidas por fricción de Hazen y Williams.

Como la longitud de la tubería es de 40 m, la pérdida por fricción es de **1,84** m.

Singulares

Las pérdidas singulares deben ser calculadas para cada uno de los accesorios que se incorporen, tanto para la sección de elevación, como aspiración.

Accesorios de aspiración:

Como mínimo se deben contemplar, los siguientes accesorios:

Válvula de pie $K = 2,5$

Codo de 90° $K = 0,9$

Accesorios de elevación:

Codo de 90° $K = 0,9$

Válvula de no retorno $K = 2,5$

Por lo tanto, para calcular las pérdidas por singularidades, se debe estimar la velocidad de escurrimiento al interior de la cañería. Si se utilizan distintos diámetros para aspiración y elevación, se debe calcular la velocidad para cada uno de ellos.

Presión del sistema

El sistema del ejemplo bombea agua desde un pozo, por lo tanto, se requiere un filtrado utilizando un filtro de arena y otro de malla antes de ser acumulada para su posterior utilización.

Filtro de arena = 3 m

Filtro de malla = 5 m

Se eligen los valores más altos para asegurar el buen funcionamiento del diseño, debido a que la bomba debe ser capaz de superar la pérdida de carga originada por las impurezas acumuladas en los filtros, cuando éstos están sucios.

Presión de trabajo = $5 + 3 = 8$ m

Altura de velocidad

Este valor se debe sumar a los anteriormente calculados, para obtener la Energía de la Bomba o Altura Manométrica Total (Hmt), pero generalmente se desprecia por ser de poca magnitud, comparado con los otros factores que intervienen en dicho cálculo.

Energía de la Bomba

Finalmente la energía de la bomba se debe calcular de la siguiente manera:

$$\mathbf{EB = DESNIVEL + HF + H_s + PTRABAJO + H_v}$$

Donde:

EB = Energía de la bomba o altura de carga manométrica total (m)

Desnivel = Diferencia de cota entre el nivel del agua en la captación y el punto de entrega del agua (m)

HF = Pérdidas de energía debido a la fricción (m)

H_s = Pérdidas de energía debido a singularidades (m)

H_v = Altura de velocidad (m)

P_{trabajo} = Presión de trabajo de los accesorios considerados (m)

Finalmente:

$$EB = 20 + 1,84 + 0,76 + 8 + 0,11 = 30,71 \text{ m}$$

Con este valor calculado se debe seleccionar el tipo de bomba más adecuado, lo cual será realizado a continuación.

Accesorios mínimos que se deben considerar en un sistema de impulsión

Sección de aspiración

- Chupador
- Válvula de pie

En el caso de utilizar PVC específicamente, se recomienda además de los ya mencionados:

- Codos
- Uniones americanas
- Terminales HE de la medida de la entrada a la bomba y válvula de pie

En el caso de utilizar plansa o polietileno (PE) o tubería corrugada específicamente, se recomienda además de los ya mencionados o Uniones PE – PVC

Sección de elevación

- Terminal HE a la salida de la bomba.
- Unión americana para poder desmontar la bomba, sin desarmar toda la estructura.
- Filtros (en el caso de sistemas de riego presurizados o de consumo humano).
- Válvula de retención.
- Codos.
- Otros.

En el caso de requerir la utilización de tuberías de acero, estas pueden ser unidas a las de PVC, utilizando conectores denominados bushings, que se compran de acuerdo a la medida de las tuberías a unir.

PROPUESTA DEL EQUIPO DE BOMBEO

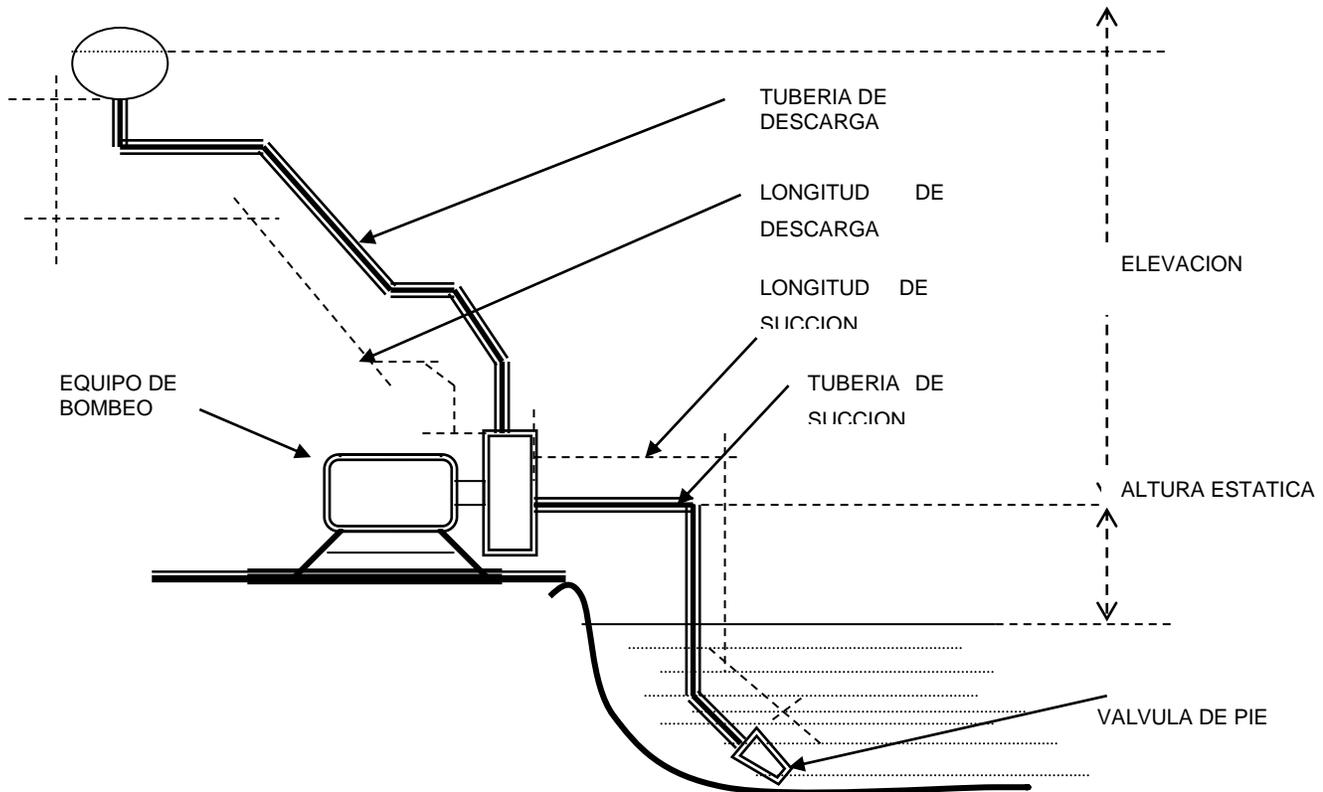


Figura 32

Cabeza Máxima Total

La cabeza máxima total, es la presión máxima que puede ser desarrollada por el equipo de bombeo, esta especificación por lo general se da en pies (equivalentes a la columna de agua en pies), como se puede ver en el concepto, la cabeza máxima es una medida de presión que no viene dada en PSI, BAR, etc. Sino como columna de agua en pies. Es importante estar consciente de ello para que no produzca una mala interpretación con las unidades mas conocidas de presión.

Cabeza de Succión Neta Positiva (NPSH)

NPSH, puede definirse como una cabeza en pies, capaz de llevar el líquido a través de la tubería de succión, hasta el ojo del impulsor, este es un valor muy importante, ya que los equipos están diseñados para trabajar en un rango dado de valores de NPSH.

Tenemos dos tipos de valores, que son los siguientes:

NPSH REQUERIDO, está definido por las condiciones de fabricación del equipo. Estos valores difieren entre una marca y otra, ya que dependen del diseño. Por lo que el fabricante proporciona este valor.

NPSH DISPONIBLE, está en función del sistema de operación de la bomba. Este valor debe ser calculado para cada tipo de instalación de las bombas. Si se quiere que las instalaciones de los equipos operen exitosamente, es necesario que el NPSH DISPONIBLE, sea igual o mayor al NPSH requerido por el fabricante.

Cuando la fuente de agua está por encima de la bomba (Bomba montada debajo de un tanque).

$$\text{NPSH} = \text{Presión barométrica (Pies)} + \text{Cabeza estática de succión (Pies)} - \text{Perdidas por fricción en la tubería de succión (Pies)} - \text{Presión de vapor de líquido (Pies)}.$$

Cuando la fuente de agua está por debajo de la bomba (Bomba montada encima de un tanque).

$$\text{NPSH} = \text{Presión barométrica (Pies)} - \text{Cabeza estática de succión (Pies)} - \text{Perdidas por fricción en la tubería de succión (Pies)} - \text{Presión de vapor de líquido (Pies)}.$$

Cálculo del equipo de Bombeo para el nacimiento: Los Manzanos

Caudal promedio del nacimiento “ Los Manzanos ” = 70 Glns. / Minuto

Caudal a ser bombeado = 60 Glns. / Minuto

Velocidad media del agua dentro de la tubería = 10 Pies / Segundo
(Recomendado por el fabricante de las bombas)

Diámetro de Tubería = 2"
(Basado en la ecuación de $v = \Phi/A$)

Longitud total de descarga = 852.8 ‘

Elevación = 200.08 ‘

Cálculo de la longitud equivalente producida por las pérdidas en válvulas y accesorios

Item	Cant.	Accesorios	Φ	Perdida/U	Perd. Tot.
1	4	Codos a 90°	2"	8.5’	34.0’
2	14	Codos a 45°	2"	2.7	37.8’
3	1	Check Swing	2"	1.9	19.0’
4	1	Válvula Gate	2"	1.5	1.5’
5	1	Tee strainer	2"	7.7	7.7’
		SUMA			100. ‘

Tabla 21

Cálculo de la cabeza Total de descarga (TDH) :

Longitud equivalente = 288.64 + 146.7 = 435.34’

El factor de pérdida para tubería de 2" por cada 100’ de tubería es de 24.3 ‘. Por lo tanto:

Las pérdidas producidas por los accesorios y la tubería en la descarga es = 435.34’ x 24.3/100 = 105.7’

Por lo que:

TDH = Elevación en pies + Pérdidas por accesorios en la descarga

TDH = 196.8 + 105.7 = 302.5 ‘

Cálculo de la cabeza Total de Succión (TSH):

Item	Cant.	Accesorios	Φ	Perdida/U	Perd. Tot.
1	1	Codos a 90°	2"	8.5'	8.5'
2	1	Válvula de pie	2"	46'	46'
		SUMA			54.5'

Tabla 22

Longitud equivalente = 7' + 54.5' = 61.5'

El factor de pérdida para tubería de 2" por cada 100' de tubería es de 24.3'. Por lo tanto.

Las pérdidas producidas por los accesorios y la tubería en la descarga es $= 61.5' \times 24.3/100 = 14.94'$

Por lo que:

TSH = Elevación en pies + Pérdidas por accesorios en la succión

TSH = 1 + 14.94 = 15.94'

Ya con estos datos, procedemos a uno de los dos cálculos mas importantes:

Cabeza Dinámica Total:

Cabeza Dinámica Total = cabeza Total de descarga (TDH) + cabeza Total de Succión (TSH)

Cabeza Dinámica Total = 431.6' + 15.94' = 477.55'

Ahora procedemos a encontrar el segundo valor mas importante del diseño del sistema de bombeo:

Cabeza de Succión Neta Positiva NPSH:

NPSH = $P_{\text{Barométrica}} - \text{Altura estática} - \text{Cabeza Total de succión} - P_{\text{vapor liquido}}$

= (13.3 psi) x 2.31'/1 psi - 1' - 15.94' - 1.4'

= 12.38'

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO DE BOMBEO

LDescarga	= 260 mt. (852.8')
ELEVACIÓN	= 61 mt. (200.08')
FLUJO	= 60 gln./min.
TUBERÍA SUCCION	= 2" Acero Galvanizado
TUBERÍA DESCARGA	= 2" Acero Galvanizado
CABEZA DINAMICA TOTAL	= 477.55'
NPSH	= 12.38'
H.P. BOMBA	= 25 hp
ØIMPELER	= 7-7/8" Bronce
VOLTAJE	= 3Ø – 240/480 – 230/208
RPM	= 3600 rpm
MARCA	= BERKELEY
MODELO	= B22P2S
CATALOGO	= B551665
TIPO DE SELLO	= Mecánico

Cálculo de la descarga por gravedad desde los puntos 2-3

Longitud equivalente, producida por las perdidas en válvulas y accesorios

Item	Cant.	Accesorios	Φ	Perdida/U	Perd. Tot.
1	6	Codos a 90°	2"	8.5'	51.0'
2	25	Codos a 45°	2"	2.7	67.5'
3	1	Check Swing	2"	1.9	19.0'
4	1	Válvula Gate	2"	1.5	1.5'
5	1	Tee strainer	2"	7.7	7.7'
		SUMA			146.7'

Tabla 23

Cálculo de la cabeza Total de descarga (TDH)

Longitud equivalente = $623.2 - 146.7 = 476.5'$

El factor de pérdida para tubería de 2" por cada 100' de tubería es de 24.3'. Por lo tanto.

Las pérdidas producidas por los accesorios y la tubería en la descarga es = $476.5' \times 24.3/100 = 115.78'$

Por lo que:

TDH = Elevación en pies + Pérdidas por accesorios en la descarga

TDH = $229.6' - 115.78' = 113.82'$

Como la velocidad del fluido a la salida de la tubería es $V = \sqrt{(2gh)}$

$$G = 32.1 \text{ p/ s}^2$$

$$H = 113.82 \text{ p}$$

Por lo tanto:

$$V = 60.44 \text{ p/s y el flujo es:}$$

$$\Phi = V \times A, \text{ tenemos que : } 1 \text{ P}^3/\text{Seg.} = 449 \text{ Gln./min}$$

$$1.1.1 \quad \Phi = 592.1 \text{ Gln./min}$$

Presión en la salida es: $1 \text{ psi} = 2.31 \text{ pie}$

$$P = 229.6' / 2.31 \text{ pie/psi} = 99.39 \text{ psi}$$

Cantarera del patio: $\Phi = 592.1 \text{ Gln./min @ 99.39 PSI}$

Cálculo de la descarga por gravedad desde los puntos 2 - 4

Longitud equivalente, producida por las perdidas en válvulas y accesorios

Item	Cant.	Accesorios	Φ	Perdida/U	Perd. Tot.
1	10	Codos a 90°	2"	8.5'	85.0'
2	35	Codos a 45°	2"	2.7	94.5'
3	1	Check Swing	2"	1.9	0.00'
4	1	Válvula Gate	2"	1.5	1.5'
5	1	Tee strainer	2"	7.7	7.7'
		SUMA			188.7'

Tabla 24

Calculo de la cabeza Total de descarga (TDH)

$$\text{Longitud equivalente} = 1092.24 - 188.7 = 903.54'$$

El factor de perdida para tubería de 2" por cada 100' de tubería es de 24.3 '. Por lo tanto.

$$\text{Las perdidas producidas por los accesorios y la tubería en la descarga es} = 903.54' \times 24.3/100 = 219.56'$$

Por lo que:

TDH = Elevación en pies + Perdidas por accesorios en la descarga

$$\text{TDH} = 259.12' - 219.56' = 39.56'$$

Como la velocidad del fluido a la salida de la tubería es $V = \sqrt{2gh}$

$$G = 32.1 \text{ p/ s}^2$$

$$H = 39.56 \text{ p}$$

Por lo tanto:

$$V = 50.39 \text{ p/s y el flujo es:}$$

$$\Phi = V \times A, \text{ tenemos que : } 1 \text{ P}^3/\text{Seg.} = 449 \text{ Gln./min}$$

$$1.1.2 \quad \Phi = 493.66 \text{ Gln./min}$$

$$\text{Presión en la salida es: } 1 \text{ psi} = 2.31 \text{ pie}$$

$$P = 259.12' / 2.31 \text{ pie/psi} = 112.17 \text{ psi}$$

Cantarera de la iglesia: $\Phi = 493.66 \text{ Gln./min @ 112.17 PSI}$

Cálculo de la descarga por gravedad desde nacimiento la cancha al punto 3

Longitud equivalente, producida por las perdidas en válvulas y accesorios

Ítem	Cant.	Accesorios	Φ	Perdida/U	Perd. Tot.
1	7	Codos a 90°	2"	8.5'	59.5'
2	25	Codos a 45°	2"	2.7	67.5'
3	1	Check Swing	2"	1.9	0.00'
4	1	Válvula Gate	2"	1.5	1.5'
5	1	Tee strainer	2"	7.7	7.7'
		SUMA			136.2 '

Tabla 25

Cálculo de la cabeza Total de descarga (TDH)

$$\text{Longitud equivalente} = 547.76 - 136.2 = 411.56'$$

El factor de pérdida para tubería de 2" por cada 100' de tubería es de 24.3 ', por lo tanto:

Las pérdidas producidas por los accesorios y la tubería en la descarga es = $411.56' \times 24.3/100 = 100'$

Por lo que:

TDH = Elevación en pies + Pérdidas por accesorios en la descarga

$$\text{TDH} = 124.6' - 100' = 24.6'$$

Como la velocidad del fluido a la salida de la tubería es $V = \sqrt{2gh}$

$$G = 32.1 \text{ p/ s}^2$$

$$H = 24.6 \text{ p}$$

Por lo tanto:

$V = 39.7 \text{ p/s}$ y el flujo es:

$$\Phi = V \times A, \text{ tenemos que : } 1 \text{ P}^3/\text{Seg.} = 449 \text{ Gln./min}$$

$$\Phi = 389.2 \text{ Gln./min}$$

Presión en la salida es: $1 \text{ psi} = 2.31 \text{ pie}$

$$P = 124.6' / 2.31 \text{ pie/psi} = 53.9 \text{ psi}$$

Cantarera de la cancha en punto bajo $\Phi = 389.2 \text{ Gln./min @ 53.9 PSI}$

**ESQUEMA DE SISTEMA DE BOMBEO
NACIMIENTO “LOS MANZANOS”**

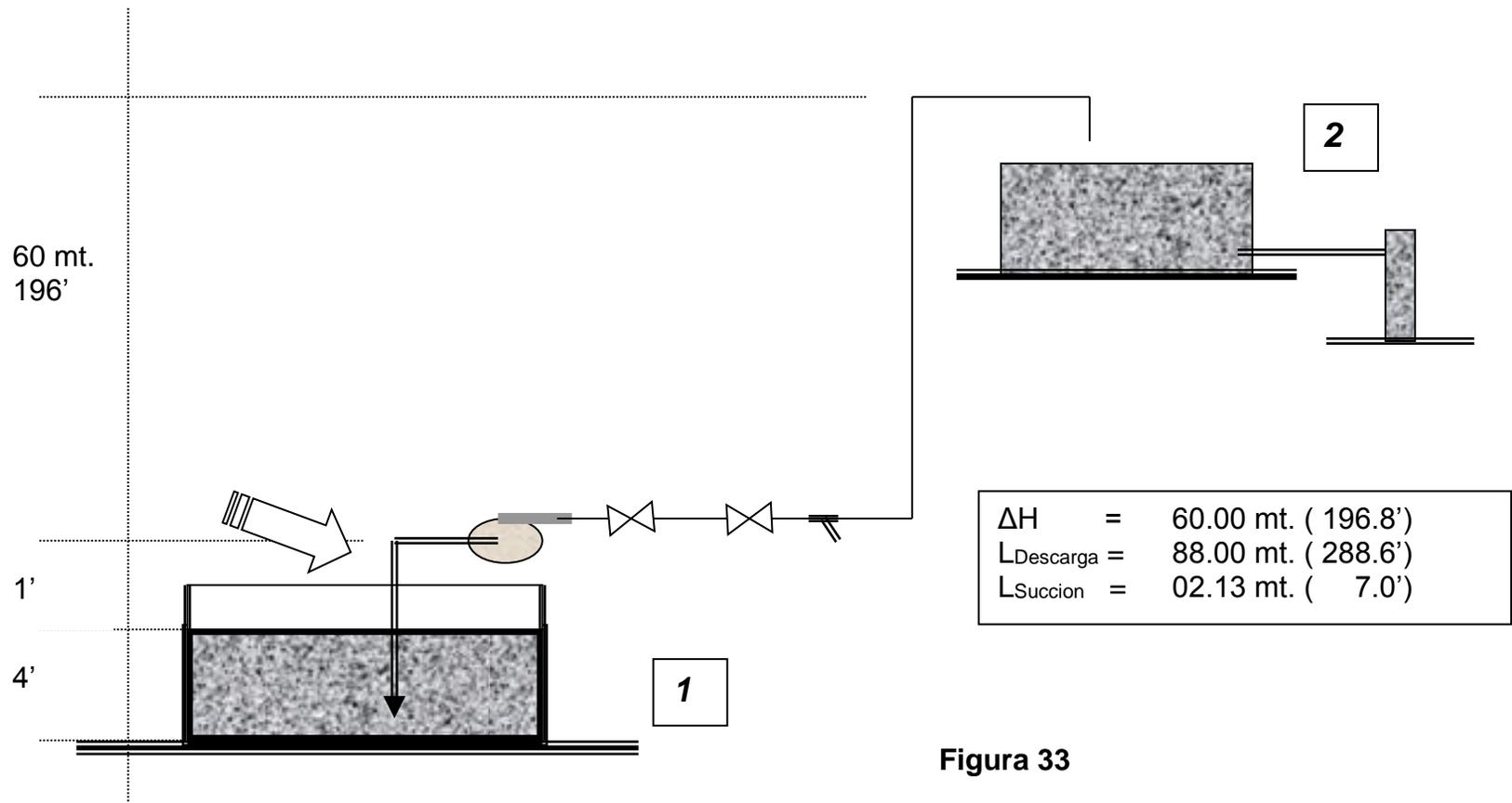


Figura 33

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POR GRAVEDAD

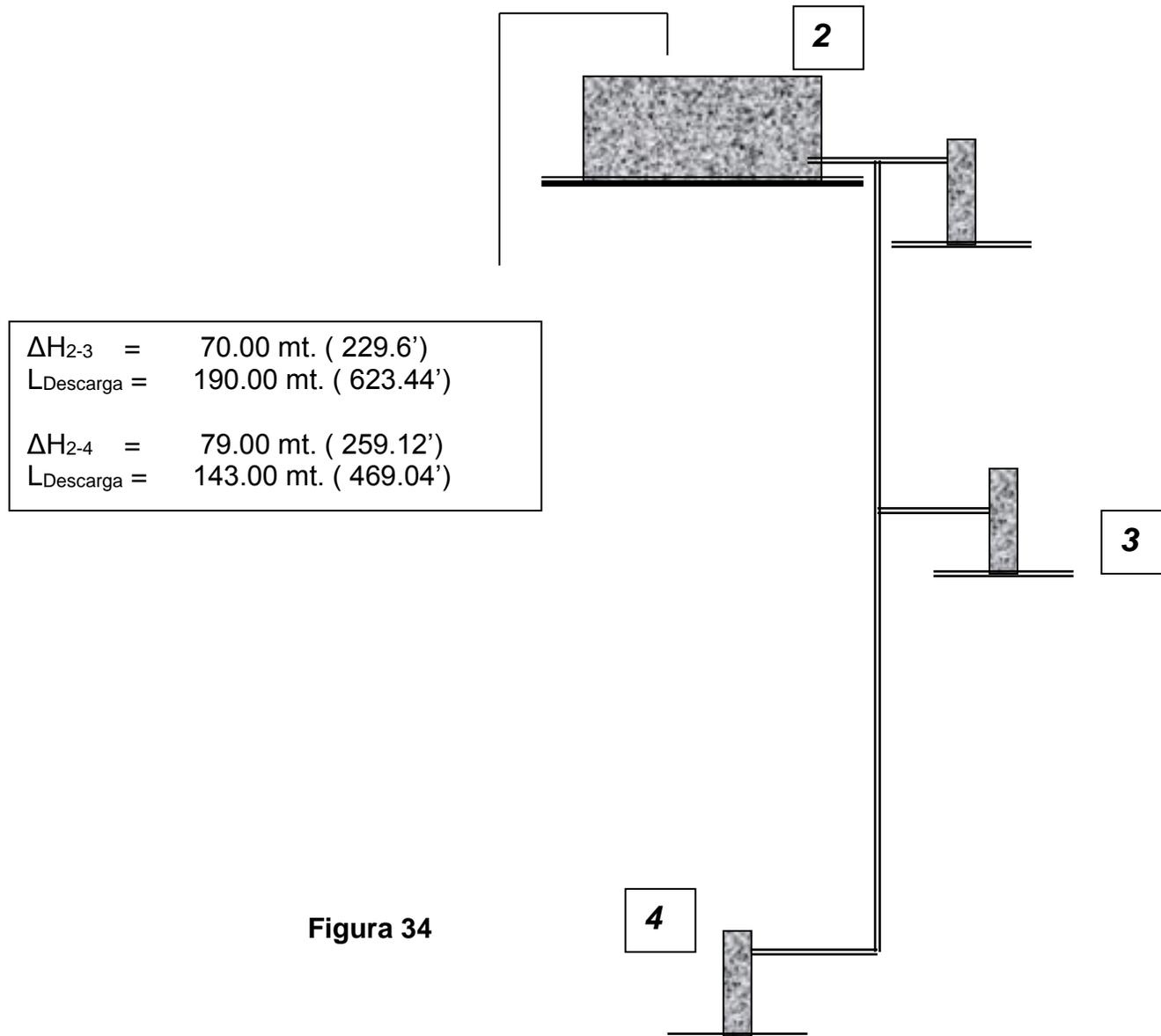


Figura 34

NACIMIENTO "LA CANCHA"

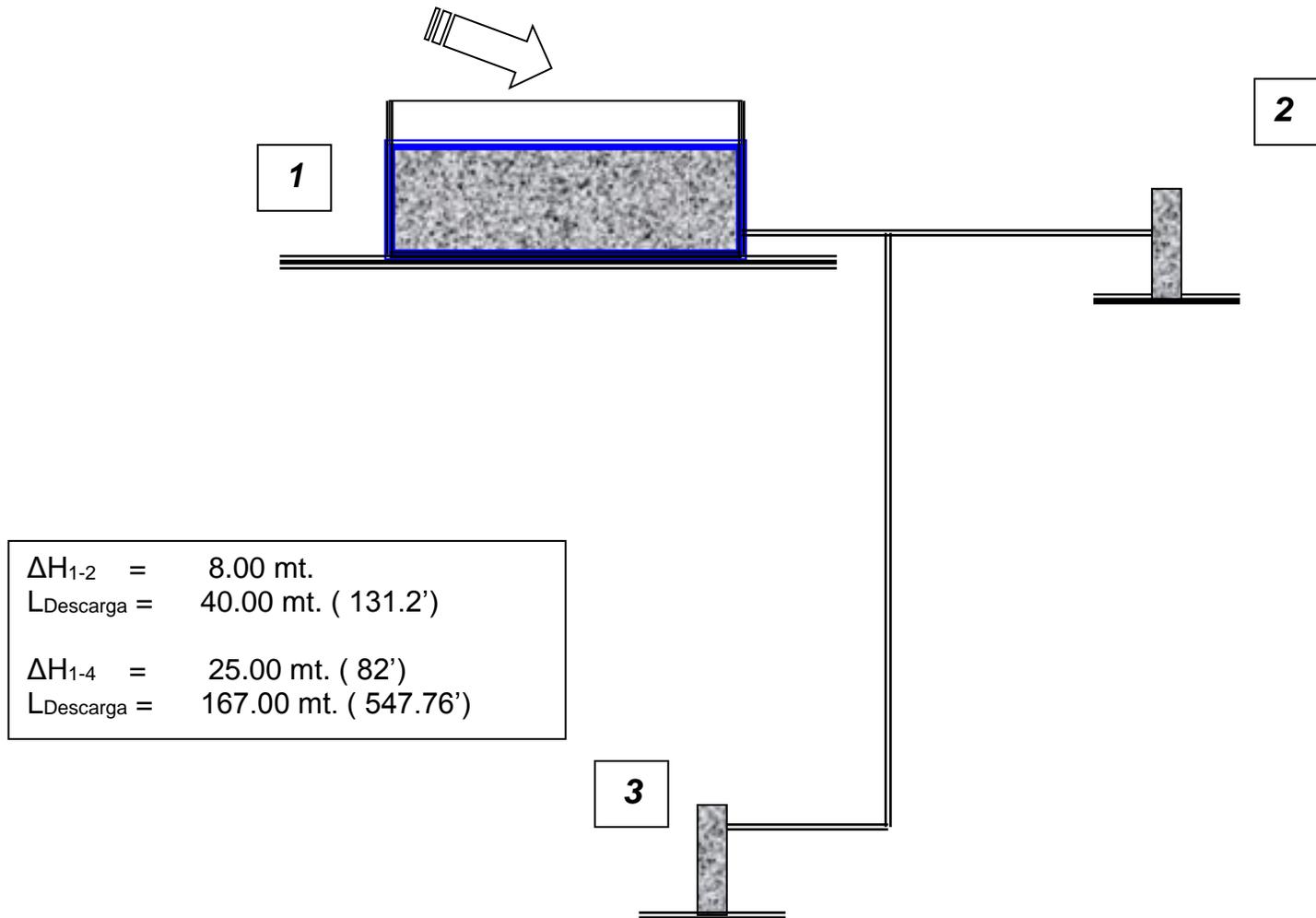
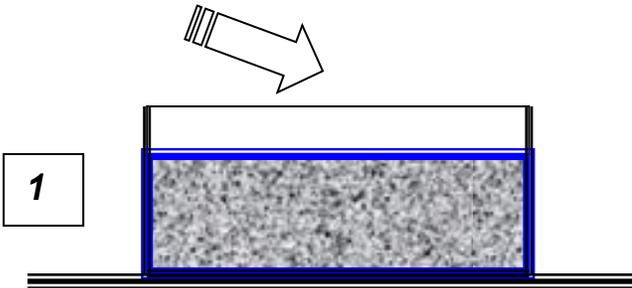
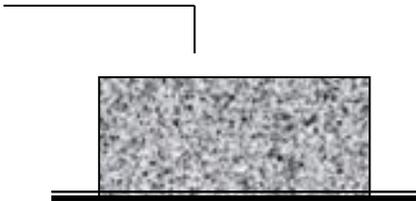


Figura 35

Descripción de símbolos



NACIMIENTO DE AGUA



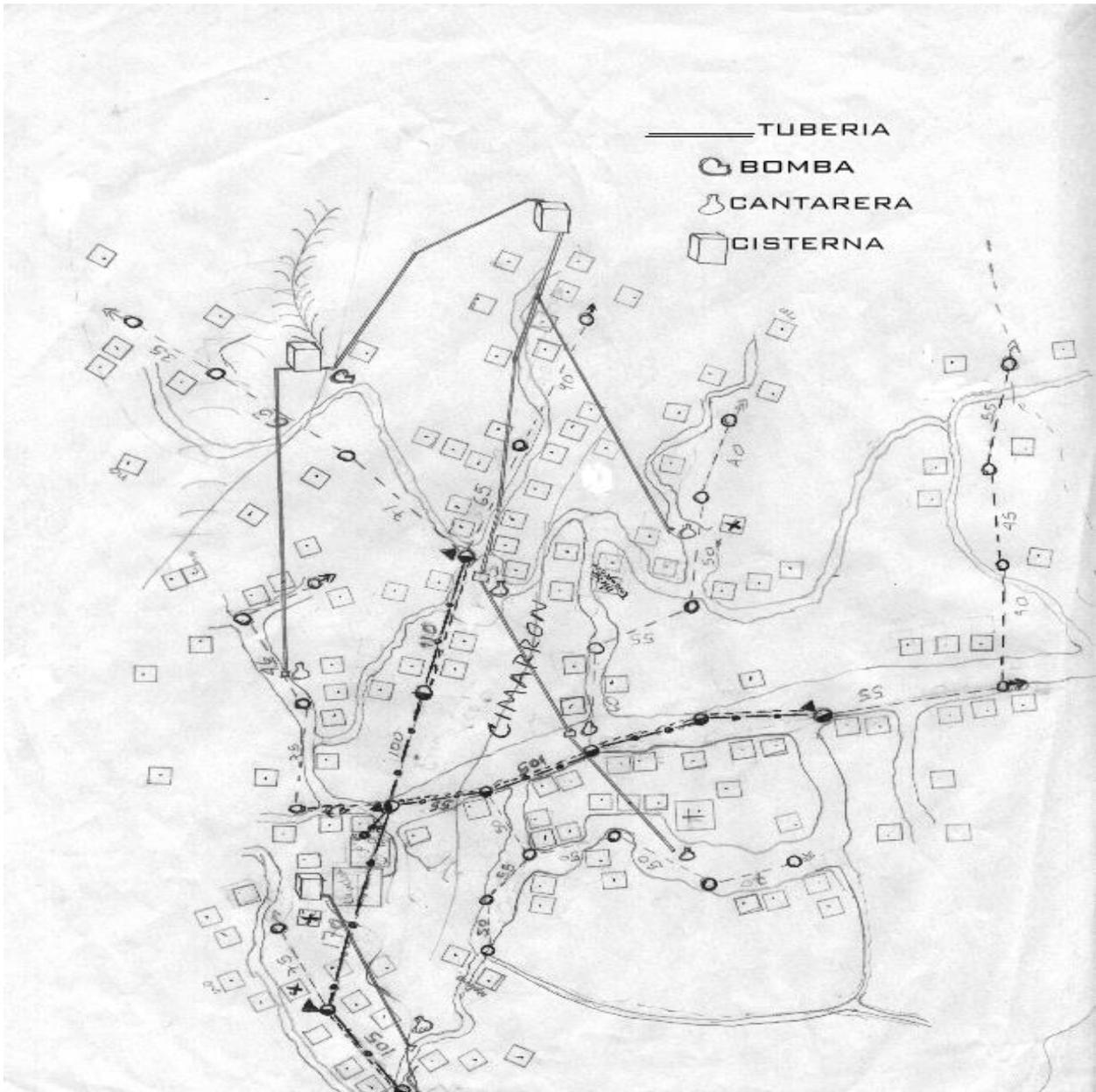
TANQUE DE CAPTACION DE AGUA



CANTARERA

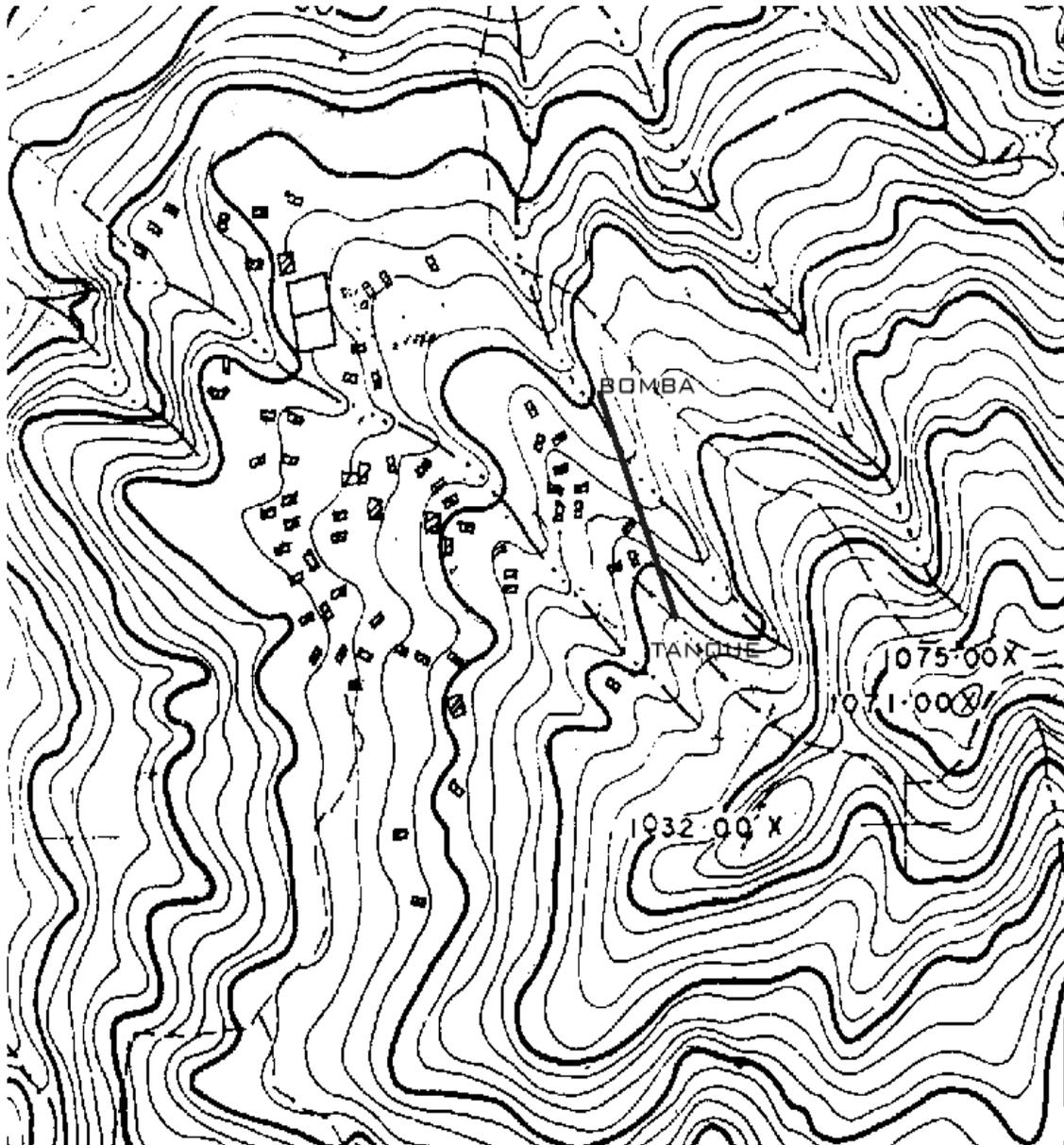


EQUIPO DE BOMBEO



Esquemático de distribución propuesto para las cantareras y la ampliación de la red primaria

Figura 36

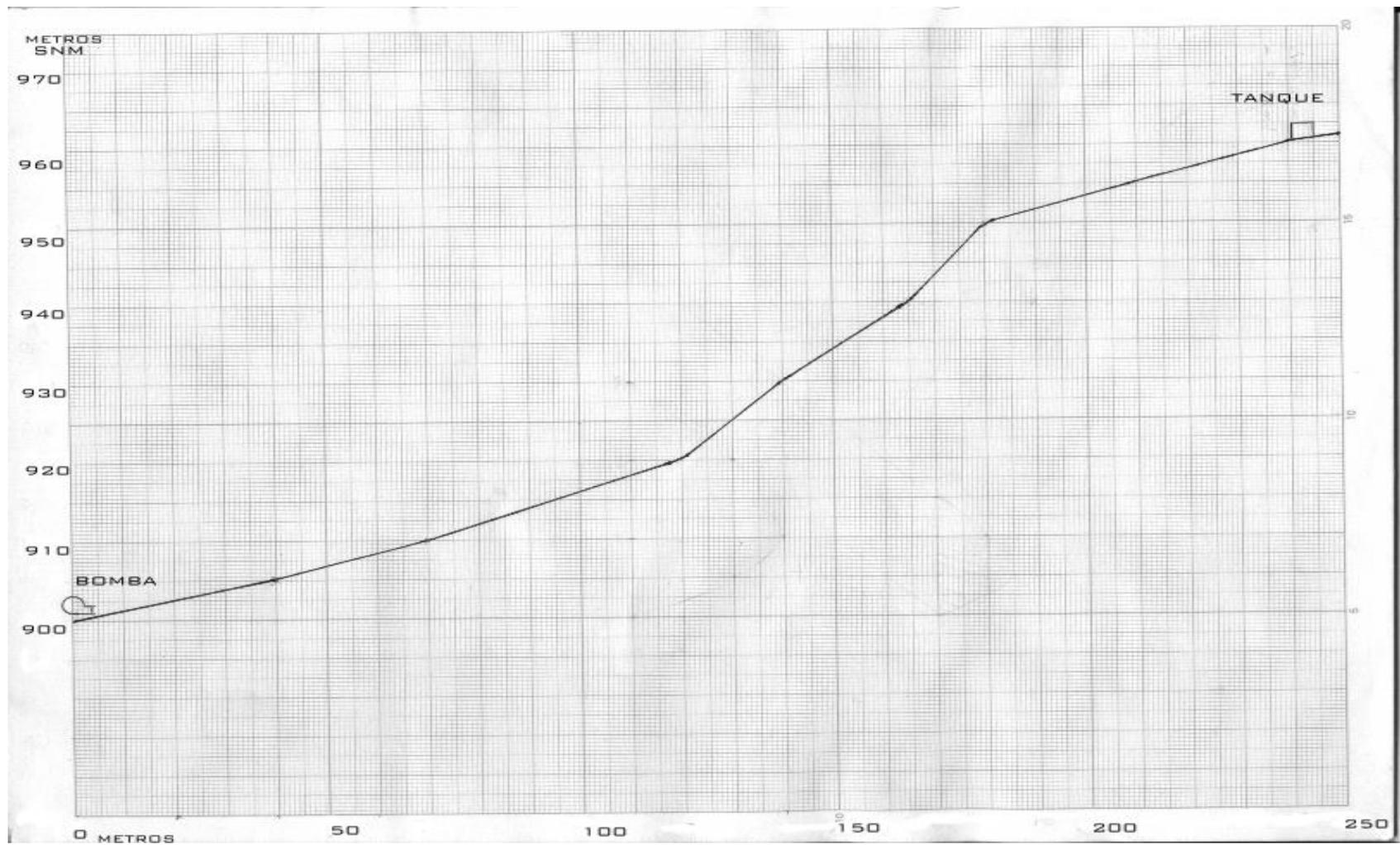


Ubicación de la bomba

Figura 37

De la figura anterior en donde se muestra la ubicación de la bomba y el tanque para la captación del agua para consumo humano, se puede determinar con facilidad la trayectoria a seguir aguas arriba con la tubería. Al mismo tiempo, se puede observar gracias a las curvas de nivel, la distancia aproximada entre punto y punto.

Haciendo uso del esquema que se describe anteriormente, podemos trazar el perfil para la distribución y montaje de la tubería para ser bombeada desde el tanque colector hacia la cisterna que posteriormente distribuirá el agua por gravedad, así:



Perfiles para el montaje de la tubería

Figura 38

Ampliación de la red eléctrica para la energización del sistema de bombeo

Para poder alimentar el sistema de bombeo propuesto es necesario ampliar la red eléctrica existente, diseñada para la electrificación de Santa Rita Cimarrón. Con el fin de reducir costos, se pretende alimentar el sistema de bombeo trifásico por medio de una subestación estrella abierta delta abierta; esto implica que se necesita llevar dos hilos desde el punto P40 hasta el punto P51 y desde allí, sustituir los postes de los puntos P51A y P51B que son postes de 26' por otros de 35'.

Para poder realizar dicha ampliación se necesitarán los siguientes materiales:

Matriz para el cálculo de materiales para la subestación

Item	Descripción	Cantidad	Precios c/u	Precio total
1	Poste de acero galvanizado de 35 pies	5	2,200.00	11,000.00
2	Zapata para poste	8	18.00	144.00
3	crucero angular de hierro de 2 ½ " x 2 ½ " x ¼ " x	8	170.00	1,360.00
4	Perno maquina de 5/8" x 10"	12	8.25	99.00
5	Arandela curva agujero de 11/16 "	12	3.25	39.00
6	Arandela de presión agujero de 11/16"	33	1.25	41.25
7	Arandela plana agujero de 11/16"	4	2.50	10.00
8	Diagonal de pletina de hierro de 11/2" x ¼" x 0.91 m	16	66.00	1,056.00
9	Grillete de anclaje de 9/16"	4	39.95	159.80
10	Perno de maquina de 5/8" x 1 ½ "	16	6.50	104.00
11	Perno todo rosca de 5/8" x 12"	6	18.00	108.00
12	Perno argolla de 5/8 " x 10"	3	22.50	67.50
13	Gurdacabo para cable de 3/8"	3	2.80	8.40
14	Tuerca argolla especial para perno de 5/8 "	1	22.95	22.95
15	Espiga para aislador de una pulgada de rosca.	4	46.00	184.00
16	Aislador de porcelana de 1" de rosca DE 6 " de	4	24.95	99.80
17	Aislador de suspensión tipo clevis de 6"de diámetro.	16	68.00	1,088.00
18	Horquilla clevis de remate	4	29.00	116.00
19	soporte para nutro	2	57.00	114.00
20	Juego de varillas preformadas de aluminio para	12	29.95	359.40
21	Amarradera primaria de aluminio	10	2.85	28.50
22	Juego de varillas preformadas de aluminio para	6	32.00	192.00
23	Conector de compresión de aluminio YP2U3	8	24.05	192.40
24	Eslabón de 5/8	4	80.00	320.00
25	Cable ACSR N. 2	1032	3.50	3,612.00
26	Cable THNN 1/0	30	35.00	1,050.00
27	Barras dy anclas de expansión	4	125.00	500.00
28	Transformadores de 25 KVA	2	8,750.00	12,350.00
29	Barras de polarización con cepo	5	131.25	656.25
30	Alambre de cobre solido No 4	60	13.10	786.00
31	Conector de compresión de aluminio YP2U3	12	7.00	84.00
32	Instalación de una red de tierra	1	1,200.00	1,200.00
33	Instalación de protecciones /corta circuitos	1	240.00	240.00
34	Instalación de protecciones / para-rayos	1	240.00	240.00
35	Instalación de retenida sencilla	4	240.00	960.00
36	Excavación para ancla	4	180.00	720.00
37	Excavación para poste galvanizado de 35 pies	4	180.00	720.00
38	Instalación de poste galvanizado de 35 pies	4	420.00	1,680.00
39	Instalación de esctructura primaria 2 hilos	4	390.00	1,560.00
40	Instalación de retenida sencilla	4	240.00	960.00
41	Instalación de un hilo conductor ACSR #2	1032	3.60	3,715.20
42	Instalacion de banco de transformadores trifásicos	1	2,500.00	2,500.00
43	Cinata banditt de 3/4"	20	12.60	252.00
44	Abrasaderas de 5-7" completas	11	49.00	539.00
45	Tuberia de 1/2"	1	65.00	65.00

Item	Descripción	Cantidad	Precios c/u	Precio total
46	Almoadilla para transformador	6	42.00	252.00
47	Pararrallos	3	750.00	2,250.00
48	Fusibles de tipo link 2	3	30.00	90.00
49	Corta circuitos	3	600.00	1,800.00
50	Conector de línea viva	2	60.00	120.00
51	cruseros 205 m x 4" x 1/8"	2	450.00	900.00
			TOTAL	56,715.45

Tabla 26

Costos aproximados de los materiales y mano de obra

Suministro de Materiales

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P/UNIT.	P/TOT.
1	130	Caño mediano galvanizado de 2"	¢ 288.50	¢ 37,504.42
2	10	Unión Universal galvanizada de 2"	¢ 53.53	¢ 535.31
3	30	Codo a 90° galvanizado de 2"	¢ 23.31	¢ 699.29
4	110	Codo a 45° galvanizado de 2"	¢ 24.78	¢ 2,725.66
5	45	Niple todo rosca galvanizado de 2"	¢ 4.42	¢ 198.72
6	500	Cinta teflon de 2"	¢ 1.70	¢ 849.56
7	12	T galvanizada de 2"	¢ 39.65	¢ 475.75
		Subtotal		¢ 42,988.72
		13% IVA		¢ 5,588.53
		Total		¢ 48,577.25

Tabla 27

Montaje de Materiales

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P/UNIT.	P/TOT.
1	106	Caño mediano galvanizado de 2"	¢ 145.00	¢ 15,370.00
2	25	Unión Universal galvanizada de 2"	¢ 22.00	¢ 550.00
3	30	Codo a 90° galvanizado de 2"	¢ 19.00	¢ 570.00
4	110	Codo a 45° galvanizado de 2"	¢ 19.00	¢ 2,090.00
5	60	Niple todo rosca galvanizado de 2"	¢ 12.00	¢ 720.00
6	120	Hechura rosca 2"	¢ 15.00	¢ 1,800.00
7	12	T galvanizada de 2"	¢ 23.00	¢ 276.00
		Subtotal		¢ 21,376.00
		13% IVA		¢ 2,778.88
		Total		¢ 24,154.88

Tabla 28

Excavaciones y otros

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P/UNIT.	P/TOT.
1	110	Metros de excavacion 0.4x0.6 m.	¢ 70.00	¢ 7,700.00
2	75	Limpieza y poda	¢ 25.00	¢ 1,875.00
3	100	Acarreo de canos al lugar obra	¢ 30.00	¢ 3,000.00
4	4	Trasporte SS- Cimarron	¢ 1,200.00	¢ 4,800.00
5	1	Viaticos y Alimentación	¢ 12,000.00	¢ 12,000.00
6	1	Supervisión	¢ 24,000.00	¢ 24,000.00
7	1	Trazo de montaje tubería	¢ 18,000.00	¢ 18,000.00
		Subtotal		¢ 71,375.00
		13% IVA		¢ 9,278.75
		Total		¢ 80,653.75

Tabla 29

Suministro de Equipos

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P/UNIT.	P/TOT.
1	1	Equipo de bombeo BEK/25 hp	¢ 22,000.00	¢ 22,000.00
2	1	Valvula de pie 2"	¢ 2,200.00	¢ 2,200.00
3	1	Valvula check swing 2"	¢ 1,500.00	¢ 1,500.00
				¢ -
				¢ -
				¢ -
				¢ -
		Subtotal		¢ 25,700.00
		13% IVA		¢ 3,341.00
		Total		¢ 29,041.00

Tabla 30

Resumen de Materiales y Mano de Obra

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P/UNIT.	P/TOT.
1	1	Suministro de Materiales		¢ 42,988.72
2	1	Montaje de Materiales		¢ 21,376.00
3	1	Excavaciones y otros		¢ 71,375.00
4	1	Suministro de Equipos		¢ 25,700.00
		Subtotal		¢ 155,439.72
		13% IVA		¢ 20,207.16
		Total		¢ 175,646.88

Tabla 31

POTABILIZACION DE AGUA CON FLUJO CONTINUO MEDIANTE DESINFECCIÓN SOLAR COMO RECURSO RENOVABLE

Generalidades

Según muestran las estadísticas, una de cada tres personas que habitan en países en vías de desarrollo no tiene acceso al agua potable. Esta situación representa un gran riesgo a la salud debido al elevado nivel de contaminación que tiene el agua no potable. Como un ejemplo claro de la gravedad de esta situación, se puede mencionar, que solo en el año de 1996 murieron más de cinco mil niños a causa del agua contaminada¹⁴. En la mayoría de los casos, la población afectada vive en países muy pobres económicamente, pero en donde la radiación solar es muy alta.

Una solución viable al problema de la contaminación del agua, es utilizar la luz solar como agente purificador a través de una nueva tecnología denominada SODIS y SOPAS, que hasta el momento ha sido poco difundida. Dicha tecnología consiste en la utilización de la radiación UV y el calor del sol, aprovechándose un recurso de energía renovable, ecológico y de funcionamiento autónomo.

Según pruebas realizadas en laboratorios fotoquímicos europeos, las bacterias patógenas (coliformes fecales, enterococo y estreptococo entre otros) mueren al ser sometidas a las siguientes condiciones:

- al entrar en contacto con el agua caliente a temperaturas de 70°C durante 10 Min. (Tecnología Sopas)
- al entrar en contacto con el agua caliente durante una hora a temperatura de 50°C y al contacto del agua a la luz UV durante 60 Min. (Tecnología SODIS)

¹⁴ UNICEF, 1996

Nota: Después de averiguar los resultados de los primeros prototipos SODIS y Sopas se ha decidido sólo continuar en el desarrollo del sistema SODIS.

¿Qué es SODIS?

- SODIS es una nueva tecnología para potabilizar agua contaminada por bacterias patógenas y virus, que obtiene su fuente de energía del sol.
- SODIS es un método para desinfectar cantidades pequeñas de agua para el consumo humano.
- SODIS no influye la calidad química del agua
- SODIS tiene sus limitaciones en la dependencia de la radiación solar

Para inactivar las bacterias patógenas y virus a través de la tecnología SODIS se requiere que el agua permanezca a una temperatura de 50°C durante una hora y en contacto con la radiación UV durante el mismo tiempo.

- El sistema SODIS con un flujo continuo
- El sistema SODIS es un conjunto de diferentes componentes, generando agua potable en un flujo continuo por gravedad, bajo las mismas condiciones mencionadas en el punto dos.
- El sistema SODIS funciona energéticamente autónomo y tiene su fuente de energía del sol.
- El sistema SODIS necesita una radiación mínima del sol para alcanzar los 50°C y así iniciar con la producción de agua potable.

Datos técnicos del sistema

- Capacidad promedio: aprox. 170 Lt./día de agua potable (en un día soleado).
- Capacidad tanque de agua cruda: 50 Gls. (189 Lt.)
- Capacidad tanque de agua potable: 50 Gls. (189Lt.)
- Contenido (volumen) del reactor: 33.5 Lt.

- Posición reactor: inclinación 6° ajustado al sur
- Tiempo de estadía (exposición) del agua en el reactor: 60 Min.
- Flujo controlado (bajo condiciones ideales:) 30 Lt./h (0.5 Lt./Min)
- Hora de inicio de la producción de agua potable: en una mañana clara con un sol radiante y una temperatura. del medio ambiente de 22°C entre las 08:45-09:15 am
- Horas de producción de agua potable por día (bajo condiciones ideales:) aprox. 6h

Limitaciones del sistema

Las limitaciones del sistema consisten en la dependencia de la radiación solar y de su capacidad reducida de aprox. 170 Lt/día. Esto último debido a la superficie invariable de 2.1m² del vidrio especial usado en el reactor. Hay que tomar en cuenta, que el sistema sólo tiene capacidad para desinfectar agua contaminada por bacterias patógenas y virus. Con el sistema SODIS **no podemos tratar agua contaminada químicamente ni resolver problemas de turbiedad.** El límite de turbiedad es de 30 NTU.

Funcionamiento básico del sistema

El funcionamiento básico del Sistema SODIS es el siguiente: el agua cruda (contaminada con los patógenos) pasa por efecto de la gravedad desde el tanque contenedor elevado (1) al intercambiador de calor (2), donde se precalienta, aprovechando la energía del agua ya tratada. Luego, el agua precalentada cruda ingresa al reactor, (3) en el cual a través del sol se aumenta su temperatura hasta 50°C y por su recubrimiento transparente, el agua tiene contacto directo con los rayos UV del sol. Saliendo en el punto superior del reactor, el agua pasa de nuevo al intercambiador para enfriarse (transmitiendo su calor al agua cruda.) Como último paso, el agua tratada se almacena dentro de un tanque para agua potable hasta que sea consumida.

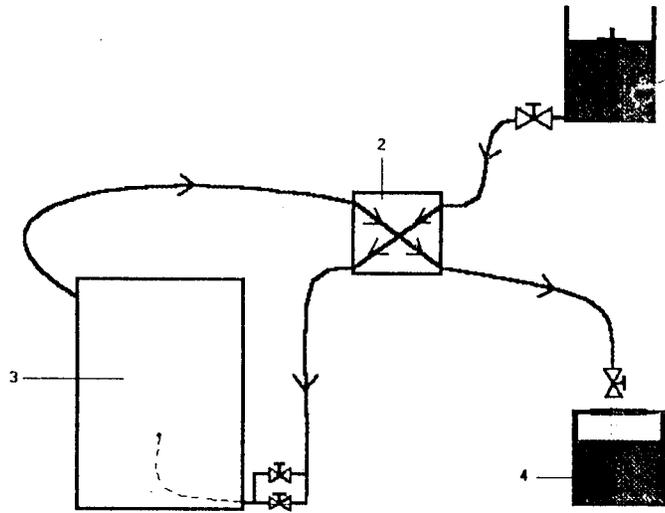


Figura 36

Costo del sistema

Por no estar en el mercado, todavía no se ha definido el costo de venta de un sistema completo. Sin embargo el costo de material con su respectiva mano de obra de los primeros cinco sistemas que se usó para las pruebas de campo era de US\$ **1003** sin tomar en cuenta la utilidad de venta y la instalación del sistema.

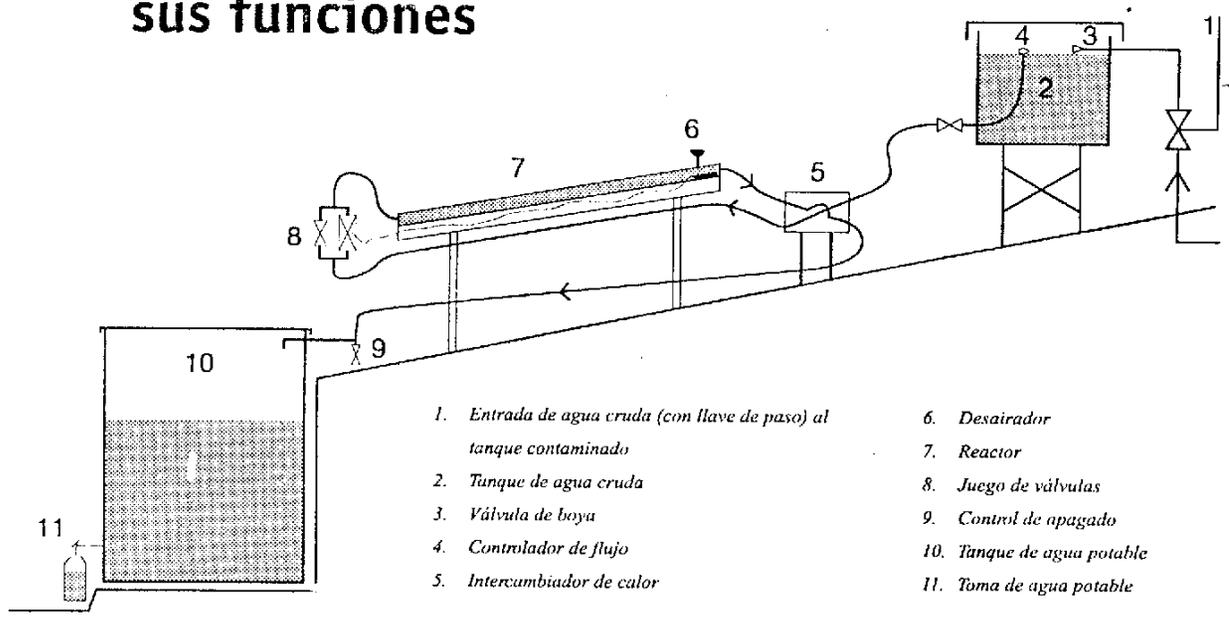
Componentes y sus funciones

1. Entrada de agua cruda (con llave de paso) al tanque contaminado
2. Tanque de agua cruda
3. Válvula de boya o flotador
4. Controlador de flujo
5. Intercambiador de calor
6. Desairador
7. Reactor
8. Juego de válvulas

- 9. Control de apagado
- 10. Tanque de agua potable
- 11. Toma de agua potable

Para garantizar su buen funcionamiento, el sistema requiere varios componentes adicionales los cuales son indispensables para cumplir las metas de la producción de agua potable. A continuación se explicarán las funciones de todos los principales componentes.

Componentes y sus funciones



- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Entrada de agua cruda (con llave de paso) al tanque contaminado | 6. Desairador |
| 2. Tanque de agua cruda | 7. Reactor |
| 3. Válvula de boya | 8. Juego de válvulas |
| 4. Controlador de flujo | 9. Control de apagado |
| 5. Intercambiador de calor | 10. Tanque de agua potable |
| | 11. Toma de agua potable |

Figura 37

Reactor

El Reactor es el corazón del sistema. Su presentación es similar a un colector solar. El reactor cumple con el calentamiento del agua y la expone por un mínimo de una hora a la radiación UV del sol. El tamaño del recubrimiento (vidrio SOLITE no cortable), y el espacio entre la lámina inoxidable (absorbedor) y el vidrio, definen su capacidad volumétrica. En su lado trasero, al igual que los colectores solares, lleva un aislamiento especial que soporta altas temperaturas (160°C.) El sello entre el absorbedor y el vidrio es un material plástico

en forma de un O-ring. Un marco metálico con tornillos une los diferentes componentes del reactor. La entrada (en la parte inferior) y la salida (en la parte superior diagonal) del agua pasan por medio de nipples en el lado trasero del reactor. Según las seis patas ajustables se da al reactor una pequeña inclinación de 6°.

CORTE DEL REACTOR

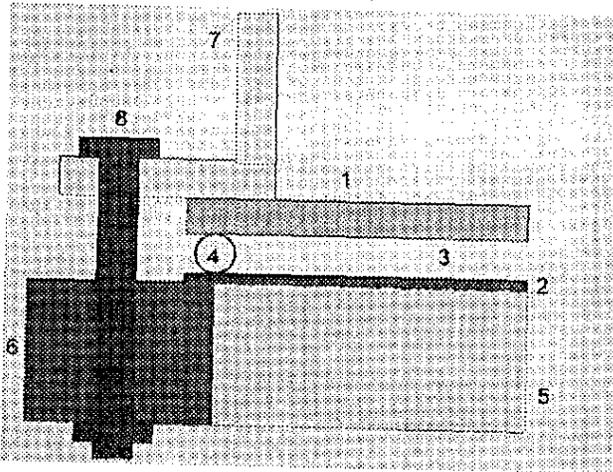


Figura 38

- 1: Vidrio templado
- 2: Lámina absorbedora
- 3: Espacio del agua
- 4: O – Ring

- 5: Aislamiento
- 6: Marco
- 7: Angular
- 8: Tornillo

Intercambiador de calor

Como lo dice su nombre el intercambiador transmite calor de un medio a otro sin posibilidad de contaminarlo. El intercambiador del sistema Sodis enfría el agua tratada y al mismo tiempo precalienta el agua cruda. Su construcción es por tubos concéntricos.

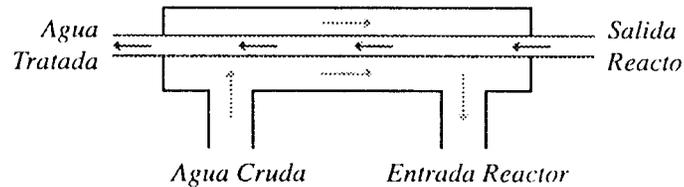


Figura 39

Válvula térmica

La válvula térmica mide a través de un sensor capilar la temperatura en la parte inferior del reactor. **Sólo en caso que el sensor mida una temperatura superior de 50°C se deja el paso libre** del flujo por gravedad. A la par se instala una llave de paso (By-pass)

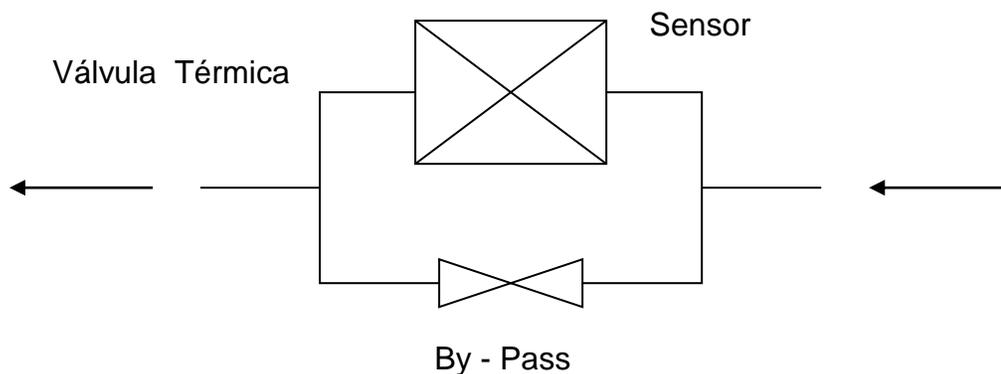


Figura 40

Controlador de flujo

El controlador de flujo se encuentra ubicado en el tanque contaminado. Su función es sólo permitir un caudal controlado **de aprox. 0.5 Lt/Min.** al sistema. El controlador de flujo flota

encima del agua y ésta ingresa por un pequeño agujero a la manguera y pasa al intercambiador de calor.

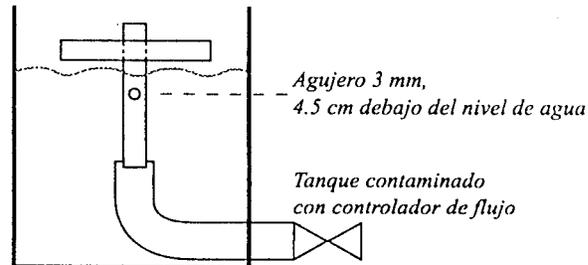


Figura 41

Tanque de almacenamiento de agua cruda

Este tanque se encuentra en la posición superior del sistema. Su función principal es almacenar una mayor cantidad de agua para garantizar el funcionamiento del sistema, especialmente en horas en las cuales falta el agua. Su capacidad es de 50 Gls (189 Lt) .

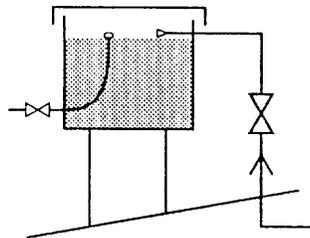


Figura 42

Tanque de almacenamiento de agua potable

Dicho tanque almacena el agua tratada sin posibilidad de contaminarse, hasta su consumo. Su capacidad es de 55 Gls (208 Lt)

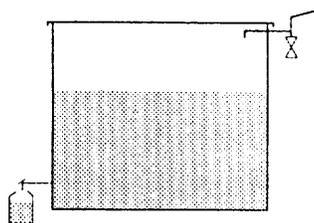


Figura 43

Plan de construcción

Estructura metálica

La estructura metálica sirve como soporte de todo el sistema y como marco del reactor. Para su fabricación se usa tubos industriales (tubo cuadrado) de hierro negro de 1¼" x 1¼" x 1.25mm de espesor. El primer paso es fabricar un cuadro con las medidas externas: 197 cm x 120.5 cm x 78 cm (largo x ancho x altura ver la siguiente foto.) En la parte delantera izquierda hay que fabricar un soporte con una platina redonda de 1½ x 1/8" para el tanque de agua potable según las medidas del tanque. Para darle inclinación al sistema se fabrican seis patas de tubo industrial de 1" x 1" x 1.25mm de espesor. Este tubo se puede meter dentro del tubo de 1¼" y ajustar la altura necesaria según los agujeros. (ver la siguiente foto) El soporte metálico del tanque contaminado (instalación vertical) se realiza según las medidas del tanque con platinas redondas y se coloca pegado al marco del reactor. Al igual que la estructura del reactor, lleva dos patas ajustables.

Lámina de aislamiento

El aislamiento usado es un material que soporta altas temperaturas. Se corta la lámina de 1¼" de espesor a la medida de 190.6 cm x 114.1 cm y se la mete dentro del marco metálico.

Absorbedor

El absorbedor es una lámina de acero inoxidable con una pintura negra especial. Se recomienda hacer un tratamiento horneando la lámina después de pintarla. Las medidas

de la lámina rectangular son: 193 cm x 116.8 cm. En dos esquinas diagonales se deben hacer dos agujeros de $\frac{1}{2}$ " (entrada y salida del agua al reactor) a una distancia de 4 x 4 cm hasta el centro del agujero. A estos agujeros hay que soldar dos nipples de HG de $\frac{3}{4}$ " x 5 cm de largo. Esta soldadura se debe realizar antes de aplicar la pintura. El absorbedor prefabricado se instala a través de 14 tornillos pequeños ($\frac{1}{2}$ " de largo) en la orilla de la lámina al marco metálico industrial.

Empaque O-ring

Como empaque entre el absorbedor y el vidrio se usa un hule tipo O-ring. Su espesor comprimido define la capacidad volumétrica del Reactor. Para llegar a 33.5 Lt se usa un O-ring de $\frac{1}{2}$ " (no comprimido.) Se debe cortar el O-ring a una medida de 6.06 mt y unir los dos extremos con un pegamento de pega instantáneo. Después se pega con el mismo pegamento el O-ring a una distancia de 1.5 cm a la orilla del absorbedor. Finalmente se debe realizar un agujero al lado derecho en la parte superior de un diámetro suficiente para que pase un nipple de tubería de cobre flexible de $\frac{1}{4}$ ", el cual funciona como desairador.

Vidrio con angulares

El vidrio solite especial, (el cual tiene el mismo tamaño que la lámina del absorbedor) se mete congruentemente encima del O-ring y del absorbedor. Los angulares para sujetar el reactor se deben prefabricar. Se usa material de hierro negro de $1 \frac{1}{4}$ " x $1 \frac{1}{4}$ " x $\frac{3}{16}$ " y se suelda un rectángulo con medidas externas de 196.8cm x 121cm. En el centro de la distancia larga se suelda un tubo industrial de $\frac{1}{2}$ " el cual une las dos distancias largas. Se hacen unos 40 huecos en los angulares de 7mm, con una medida de 1 cm desde afuera hacia adentro distribuidos a igual distancia. Finalmente se pega una cinta aislante de $\frac{1}{2}$ " x 2mm de espesor a la superficie del rectángulo, la cual estará en contacto con el vidrio para evitar el contacto directo entre metal y vidrio. El rectángulo de angulares posicionado correctamente encima del vidrio sirve como molde para realizar los mismos agujeros al

marco del tubo industrial del reactor. Con 40 tornillos de 6.5 cm de largo x 6 mm de espesor y la misma cantidad de tuercas se sujetan los angulares al marco del reactor.

Intercambiador de calor

El intercambiador de calor consiste de dos tubos de cobre, uno de $\frac{1}{2}$ " (203 cm de largo) y otro de $\frac{3}{4}$ " (181cm de largo,) dos T de $\frac{3}{4}$ ", dos reducciones de $\frac{3}{4}$ "x $\frac{1}{2}$ " y aislamiento de $\frac{3}{4}$ " del tipo rubatex o armaflex para aumentar la eficiencia del intercambiador. Se mete los dos T a los dos extremos del tubo de $\frac{3}{4}$ ". Para pasar el tubo de $\frac{1}{2}$ " dentro del tubo de $\frac{3}{4}$ " se debe quitar con una lima redonda el tope, el cual existe dentro de los accesorios. Finalmente se suelda con soldadura suave (estaño, no usar plomo) las dos reducciones y las uniones de T.

Juego de válvulas

El juego de válvulas consiste en una válvula térmica ajustable entre 40-70 °C con un sensor capilar de dos metros de largo, una llave de paso tipo bola con cierre rápido, la cual se instala en un By-pass y unos accesorios de fontanería para unir los componentes. El juego de válvulas se instala cerca de la salida del tanque contaminado, debajo del reactor antes de la entrada del agua cruda al intercambiador de calor.

Tanque de agua cruda

Para el tanque de agua contaminada se usa un barril plástico de aprox. 50 Gls. (189 Lt) con una tapa para evitar contaminación desde el ambiente. La capacidad podría ser variable según las necesidades del sistema. Desde la posición superior del tanque ingresa el agua a través de una válvula con flotador, como las que hay en los tanques de los servicios sanitarios. Se recomienda instalar entre el tubo de suministro de la red de agua y el tanque una llave de paso para realizar posibles operaciones de mantenimiento al tanque. En su posición inferior existe una llave de drenaje y una llave de paso donde se encuentra la salida del agua hacia el juego de válvulas.

Controlador de flujo

El controlador de flujo ubicado sobre el agua cruda flotando en el tanque de agua contaminada, consiste de un flotador (dos botellas vacías de plástico) y un tubo de PVC $\frac{3}{4}$ " con una unión macho de $\frac{3}{4}$ " en el extremo hacia abajo. En una distancia de 4.5 cm debajo del nivel del agua se debe hacer un agujero de 3 mm de diámetro, por el cual se pasa independientemente del nivel de agua en el tanque siempre la misma cantidad de agua. Una medida inferior a la de 4.5 cm significaría un flujo menor y una medida superior, un flujo mayor. El diámetro del agujero es de gran importancia. Por eso se debe realizar el agujero de 3 mm exacto. Al macho de PVC de $\frac{3}{4}$ " se le conecta una manguera con su acople hembra de $\frac{3}{4}$ ". Por esa manguera flexible sale el agua hacia el juego de válvulas.

Tanque de almacenamiento de agua potable

Igual como el tanque de agua cruda, se usa para el tanque de agua tratada un barril plástico de una capacidad variable según las necesidades del sistema. Se le ubica horizontalmente debajo del reactor. En caso que el sistema este trabajando, entra el agua tratada desde arriba al tanque de agua potable y queda almacenado hasta su uso. En una llave de chorro ubicada en la posición inferior se puede consumir el agua tratada. (Ver la siguiente foto). Para tener un control de flujo y un control del cierre del sistema por completo en caso que la temperatura no alcance los 50°C se instala a la entrada del tanque en la parte inferior una T con una llave de chorro.

Instalación del sistema

Nota: Antes de realizar la instalación del sistema, se debe definir el lugar exacto donde se colocará el sistema. El sitio preferiblemente deberá ser plano o con una pequeña inclinación hacia el sur y lo más importante, que el lugar donde se ubique el aparato reciba sol durante todo el día. Se recomienda instalar el sistema encima de un piso chorreado. En caso que el piso sea de tierra natural se debe poner una base debajo de las patas para

que estos no se hundan. Es indispensable prefabricar los componentes de tal manera que a la hora de la instalación en el sitio, sólo se tenga que ajustar los niveles del reactor, unir la estructura con el tanque del agua contaminada al reactor y conectar el sistema al tubo de suministro de agua de la calle.

Lista de herramientas

Herramientas universales, un nivel, un codal (p.ej. una regla de madera bien recta de mínimo 1.80 mt,) un alicate pico de lora, una llave francesa, una cinta métrica y material de PVC para realizar la conexión del tubo de suministro de la calle al tanque de agua contaminada.

Pasos para realizar la instalación

1. Instalar el reactor con sus seis patas ajustables con una pequeña inclinación hacia el sur, donde el extremo superior sea 13 cm más alto que el extremo inferior (medir con nivel, codal y cinta.)
2. Ajustar la misma altura de la estructura del tanque de agua contaminada al extremo superior del reactor.
3. Meter el tanque de agua contaminada dentro de la estructura y unir con la llave pico de lora y la llave francesa, la manguerita flexible metálica al tanque y al juego de válvulas.
4. Conectar el tubo que suministra el agua de la calle a la conexión del tanque de agua contaminada.
5. Llenar el tanque de agua contaminada hasta que se cierre el paso por la válvula de bola
6. Abrir el paso de la llave de bola en el By-pass, para que se llene el reactor lentamente (aprox. en 60 min.)
7. Cuando se escucha que el agua entra al tanque de agua potable, se debe cerrar el paso de la llave de bola en el By-pass.
8. Controlar si hay fugas en todo el sistema.
9. Verificar que la válvula térmica esté ajustada en posición No. 3

10. Esperar hasta que haya sol y controlar si el sistema se arranca automáticamente.

Nota: Se recomienda no tomar las primeras producciones de agua potable porque pueden estar contaminadas de partículas que se encuentran dentro de todos los componentes y tubos.

Manual de control y mantenimiento

El sistema Sodis, igual que otros sistemas solares térmicos generalmente tiene un funcionamiento autónomo que requiere sol y suficiente presión del tubo que suministra el agua para llenar el tanque de agua contaminada. Aún así, es indispensable un control visual por lo menos una vez por semana para verificar su buen funcionamiento. El control más importante es revisar el cierre hermético de la válvula térmica mientras el reactor no alcanza los 50 °C. Esto se puede hacer a través de la llave de chorro que está en el tubo que ingresa al tanque de agua potable. Abriendo en la noche esta llave no debería gotear. Para aumentar la eficiencia del sistema, es importante que el vidrio del reactor esté limpio. De lo contrario éste se debe limpiar con un detergente o solamente con agua.

Vaciar el sistema

Generalmente no se tiene que vaciar el sistema. En caso de limpiar el absorbedor, se debe vaciar el sistema según los siguientes pasos:

1. Cerrar la llave de paso en la salida del tanque con agua contaminado.
2. Con dos llaves corre fijas se aflojan los tornillos que sujetan los angulares de la parte inferior del reactor.
3. Esperar hasta que el reactor esté vacío

Datos técnicos de operación

Para obtener algunos datos sobre el funcionamiento del sistema en diferentes condiciones climáticas, se han escogido tres días con diferentes climas para realizar mediciones. En las siguientes tablas se presenta los resultados obtenidos.

Medición realizada en un día muy soleado

Nota:

La hora de inicio del sistema en la mañana era a las 8:50 am

La hora de finalización del funcionamiento era a las 4:00 pm

Producción de agua potable en este día: aprox. 210 Lt.

Medición realizada en un día parcialmente nublado

Nota:

La hora de inicio del sistema en la mañana era a las 10:15 am

La hora de finalización del funcionamiento era a las 3:30 pm

Producción de agua potable en éste día: aprox. 155 Lt.

Medición realizada en un día nublado

Nota:

La hora de inicio del sistema en la mañana era a las 10:55 am

La hora de finalización del funcionamiento era a las 1:50 pm

Producción de agua potable en este día: aprox. 80Lt.

Resultados de pruebas de campo

Entre los meses de Mayo y Noviembre del año 98 se han realizado en Costa Rica, Centroamérica, pruebas de campo en cinco diferentes lugares. Se investigó la factibilidad técnica, aspectos socio-culturales (la aceptación por parte de los usuarios) y la calidad del agua. Por el mal manejo del equipo por parte de las personas responsables en dos de los lugares de las pruebas de campo, se terminó con sólo tres aparatos. A finales de

Noviembre del 98 se evaluaron los resultados obtenidos en un seminario con participación del EAWAG, Swisscontact, Laboratorio del AYA, los usuarios y varias personas invitadas.

Factibilidad técnica

Con excepción de algunos problemas de turbiedad, (la cual se metió dentro del sistema durante el inicio de la época de lluvia) y manipulaciones inadecuadas por terceros, los sistemas Sodis con flujo continuo han cumplido su viabilidad técnica.

Aspectos socio culturales

Por razones no claramente definidas, el uso y consumo de los aparatos no cumplió las expectativas. Era muy difícil averiguar las verdaderas polémicas. Parece que muchas veces por información insuficiente hubo desconfianza del sistema Sodis.

PROPUESTA PARA LA SIEMBRA DE CULTIVOS FORESTALES

Resumen

PROPIETARIO:	COMUNIDAD SANTA RITA CIMARRON
UBICACIÓN:	CANTON SANTA RITA CIMARRON, JURISDICCIÓN DE NUEVA CONCEPCIÓN CHALATENANGO
DESTINO DEL PRESTAMO:	SIEMBRA, DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN DE 25 MANZANAS DE PINO
FORMA DE DESEMBOLSO:	UN SOLO DESEMBOLSO, PARA ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO, Y DESEMBOLSOS ANUALES PARA FINANCIAMIENTO DE INTERESES
PLAZO:	25 AÑOS
PERIODO DE GRACIA:	10 AÑOS
TASA DE INTERESES:	EL 6% ANUAL
MONTO DEL PRESTAMO:	662,613.75 370,000.00 PARA ESTABLECER EL CULTIVO 292,613.75 PARA FINANCIAR INTERESES
CUOTAS:	ANUALES, A PARTIR DEL DECIMO PRIMER AÑO
GARANTIA HIPOTECARIA:	EL TERRENO Y SUS MEJORAS

Propuesta para la siembra y explotación de pino ocarpa en un área de 25 manzanas

Antecedentes

En la zona existen cultivos de ciprés y pino, dichas especies son endémicas allí debido a que se adaptan perfectamente a terrenos altos, el cerro Sancho Quemado, Redondo y Ocotillo se encuentra ubicado a una altura aproximada de 1000 metros s.n.m. La especie se extiende desde Guatemala hasta el centro de Nicaragua, puede crecer en altitudes, comprendidas entre los 750 y 2000 s.n.m. en el sector norcentral del país, formando bosques densos o esparcidos.

Justificación del proyecto

Fomentar el cultivo del pino, reforestar la porción del terreno que se encuentra con matorrales o sin ningún tipo de cultivo, evitar a erosión y mantener los nacimientos de agua existentes. Es de hacer notar que la zona desde hace aproximadamente quince años, se ha incrementado la tala de árboles y cultivo de pastizales, lo que ha permitido ganarle terreno a la montaña y por lo tanto hacer cada vez mas intenso el problema de la deforestación y la erosión.

Objetivos

General: Fomentar el cultivo y explotación del pino, para contribuir al aprovechamiento y manejo integral de los recursos naturales, satisfacer la demanda interna de madera, mejorando el ambiente ecológico, así como fomentar la oferta de trajo a los pobladores de la zona, en el área forestal e industrial.

Específico: Suplir la necesidad de abastecimiento de madera de PINO, para consumo de la industria de muebles, leña y la construcción.

Ubicación del proyecto

Se localiza en el cantón Santa Rita Cimarron, jurisdicción de Nueva Concepción, Chalatenango, a una altura promedio de 1,000 metros sobre el nivel del mar.

Agua, suelo y potencial agrícola

A lo largo del terreno existen dos nacimientos de agua, los cuales producen agua durante todo el año, además, la estación lluviosa generalmente dura siete meses con precipitaciones abundantes y la temperatura es fría lo que hace producir regular cantidad de agua por condensación durante la noche.

La temperatura promedio anual es de 30 °C, posee una precipitación promedio anual de 1710 mm y los suelos son clasificados taxonamicamente como Alfisoles (Typic Haplustalf) y la zona de vida clasifica como Bosque Humedo Sub-tropical.

La erosión puede considerarse moderada, a pesar de que las pendientes del terreno van de moderadas a altas, en el terreno no se ha sembrado ningún cultivo en los últimos años, por lo que existe una capa superficial de suelo en formación bastante fértil, Las lluvias, generalmente fuertes y bien distribuidas durante los siete meses de la época lluviosa, el viento dominante es generalmente de norte a sur entre suave y moderadamente fuerte durante todo el año, la luminosidad y la nubosidad son relativamente medianas durante todo el año.

La extensión total del terreno sugerido a reforestar es de 25 manzanas

Se tienen los cultivos siguientes:

Árboles dispersos de pino, laurel, ciprés, pinabete, caulote, aceituno, algunos árboles de roble, aguacate de montaña y mangos entre otros. El resto, aproximadamente el 90.0% del terreno se encuentra sin cultivo alguno (pastos) o con matorrales. En el terreno no existen construcciones, ni accesos internos, además no posee servicio de energía eléctrica.

Acceso

El acceso a la propiedad se hace sobre cincuenta y cinco kilómetros de calle pavimentada que de San Salvador conduce hacia Chalatenango, en el desvío hacia la cabecera departamental de Chalatenango y Nueva Concepción, se entra como quien va hacia Nueva Concepción, luego se toma el camino en calle de tierra hacia Agua Caliente, después de Agua Caliente se recomienda transitar en vehículos de doble tracción, sobre todo en la época lluviosa.

Descripción del Proyecto

Se sembraran 25 manzanas de PINO OCARPA a una distancia de 2.50 x 2.50 metros, obteniéndose una densidad de población de 1,100 árboles por manzana; necesitándose un total de 27,500 plantas mas un 3.5% para resiembra por perdidas, teniéndose el total de plántulas siguientes:

Para siembra: 27,000 plántulas

Para resiembra \pm 3.5%: 960 plántulas

TOTAL: 28,460 Plántulas

La siembra se sugiere hacer durante el invierno del 2001

Etapas de siembra

Estudios técnicos, formulación del proyecto y servicios para su operación

Se habilitara el 100% de la tierra destinada a la siembra que es de 25 manzanas, en los meses de abril, mayo y junio.

Se comprarán o plantarán 28,460 arbolitos de PINO OCARPA (plántulas), a 3.50 colones incluido el transporte, para la siembra y resiembra.

Se ahoyará y se sembrará el PINO OCARPA, a 2.50 metros de separación en sentido transversal y longitudinal (en forma de tres bolillo), abonando cada plantita con 2 onzas de 16-20-0 a la siembra; el ahoyado y la siembra se hará en junio y julio, los hoyos tendrán 15 centímetros de diámetro y 30 de profundidad.

A los 60 días se limpiará y se le aplicará sulfato de amonio a razón de 2 onzas por planta

A los 150 días se limpiará nuevamente y se aplicará otra fertilización con sulfato de amonio.

Se harán trabajos de conservación de suelos con pequeñas barreras de piedra en curvas a nivel y se construirán los desagües, así como también los trazos de siembra con sus áreas rompe fuego que consistirán en dejar calles de 4 metros de ancho que se mantendrán completamente limpias durante la época seca.

Se construirá lo siguiente:

- 1 bodega de lamina para insumos de 4.0 x 2.50 metros cada una
- 1 acceso de calle

Se controlarán los insectos que atacan las raíces y las hojas, entre ellos la gallina ciega y los áfidos. Aplicando a la siembra una onza de furadan.

En el mes de junio del siguiente año 2002, se hará la resiembra estimada en un 3.5% de la población.

Se harán rondas de 80 centímetros de diámetro alrededor de los arbolitos para evitar la competencia de las gramíneas y se hará limpia de los rompe-fuegos dentro de la plantación de 4 metros de ancho, cada 3 meses durante los primeros 3 años.

	No. DE MANZANAS	No. DE ÁRBOLES x MANZANAS	TOTAL SEMBRADO
2001	25	1,100	27,500
TOTAL	25		27,500

Resumen de la siembra

Tabla 27

Descripción y Resumen de los Raleos

Primer raleo de pino en el año 2007

En este año se hará el primer raleo, sacando el 10% de la población que sobre 1,100 árboles por manzana representa 2,750 árboles de pino, que por su grueso pueden producir madera rolliza par postes de cerco (220 postes por manzana), y madera para leña (2.5 metros cúbicos por manzana).

En este raleo se cortaran principalmente los árboles suprimidos, mal formados y aquellos que presentan problemas de plagas y enfermedades.

Para el aserrado y el transporte interno se fija el 20% del valor de venta, esta labor se hará de enero a marzo, durante la época seca.

Segundo raleo de pino en el año 2011

En este año se cortara el 20% de la población original, que sobre 1,100 árboles por manzana representa 5,500 árboles de pino, que por su grueso pueden producir madera de aserrio (12 metros cúbicos por manzana), postes para cerco (300 postes por manzana), y madera para leña (5 metros cúbicos por manzana).

Para el aserradero y el transporte interno se fija el 20% del valor de venta, esta labor se hará de enero a marzo, durante la época seca.

En este raleo se busca liberar los mejores árboles tratando que queden regularmente distribuidos. Después de este raleo tendremos una población de 770 árboles de pino por manzana.

Tercer raleo de pino en el año 2015

En este año se cortara el 20% de la población que sobre 1,100 árboles por manzana representa 5,500 árboles de pino, que por su grueso pueden producir madera de aserrio (35 metros cúbicos por manzana), postes para cerco (400 postes por manzana), y madera para leña (15 metros cúbicos por manzana).

Para el aserradero y el transporte interno se fija el 20% del valor de venta, esta labor se hará de enero a marzo, durante la época seca.

Después del raleo tendremos una población de 550 árboles de pino por manzana.

Cuarto raleo de pino en el año 2019

En este año se cortara el 20% de la población que sobre 1,100 árboles por manzana representa 5,500 árboles de pino, que por su grueso pueden producir madera de aserrio (50 metros cúbicos por manzana), postes para cerco (400 postes por manzana), y madera para leña (20 metros cúbicos por manzana).

Para el aserradero y el transporte interno se fija el 20% del valor de venta, esta labor se hará de enero a marzo, durante la época seca.

Después del raleo tendremos una población de 330 árboles de pino por manzana.

Quinto raleo de pino en el año 2023

En este año se cortara el 20% de la población que sobre 1,100 árboles por manzana representa 5,500 árboles de pino, que por su grueso pueden producir madera de aserrio (60 metros cúbicos por manzana), postes para cerco (400 postes por manzana), y madera para leña (20 metros cúbicos por manzana).

Para el aserradero y el transporte interno se fija el 20% del valor de venta, esta labor se hará de enero a marzo, durante la época seca.

Después del raleo tendremos una población de 110 árboles de pino por manzana.

Sexto raleo de pino en el año 2027

En este año se cortara el 5% de la población que sobre 1,100 árboles por manzana representa 825 árboles de pino, que por su grueso pueden producir madera de aserrio (20 metros cúbicos por manzana), postes para cerco (150 postes por manzana), y madera para leña (5 metros cúbicos por manzana).

Para el aserradero y el transporte interno se fija el 20% del valor de venta, esta labor se hará de enero a marzo, durante la época seca.

Después del raleo tendremos una población de 55 árboles de pino por manzana, lo que representa una distribución de árboles a cada 11.0 metros

Después de este raleo, se comenzara la resiembra de toda la propiedad, ya sea por medios naturales o artificiales.

PROYECCION DE COSTOS

ESTUDIO TECNICO	10,000.00
2.5% sobre el monto	
ASESORIA INTERNA	42,300.00
El primer año:	
3,000.00 mensuales	36,000.00
Los siguientes tres años:	
Tres meses al año, a 700.00 cada visita	6,300.00
2,100.00 anual	
TRAZO Y CONSTRUCCION DE CALLE	22,500.00
2.5 kilometros a 10,000.00 colones el kilometro	
TANQUE DE CAPTACION DE AGUA	8,000.00
CONSTRUCCION DE BODEGA 4x2.50; 25 M2	8,000.00
A 800.00 el M2; de lamina y madera	
HABILITACION DE TIERRAS Y CHAPODA DE 25 MZ	16,400.00
15 D.H./Mz en 25 Mz. 375 D.H. X 40.00 colones por mes	15,000.00
1 caporal durante un mes	1,400.00
TRABAJOS DE CONSERVACION DE SUELO Y DRENAJE	5,400.00
4 D.H./Mz en 25 Mz.= 100 D.H. X 40.00 colones	4,000.00
1 caporal durante un mes	1,400.00
AHOYADO DE 25 Mz.	37,150.00
27,500 hoyos en total de 0.5x0.5x0.5 metros a 1.30 cada uno	
Tarea de 32 hoyos/trabajador	35,750.00
1 caporal durante un mes	1,400.00
COMPRA DE VIVEROS 40 Mz.	99,610.00
28,460 a 3.5 c/u puesto a la orilla donde se sembraran	
SIEMBRA Y FERTILIZACION DE 25 Mz.	4,000.00
Distribucion para siembra 4 D.H./Mz. En 25 Mz. 100 D.H. A 40.00	4,000.00

1 caporal durante un mes	1,400.00
Formula 16-20-0 a 2 onzas por planta en 27,500 plantas, 55,000 onzas igual a 3,437 libras, 35 quintales a 143.00, incluido el transporte	5,005.00
a 5.00 el quintal	175.00
Se aplicara una onza de Furadan por planta a la siembra en 27,500 plantas seran necesarios 17.50 quintales a 500.00 el quintal	8,750.00
Trasporte al terreno a 5.00 el quintal	175.00
Trasporte interno	175.00
PRIMERA LIMPIA Y FERTILIZACION	16,550.00
10 D.H. En 25 Mz. Igual 250 D.H. A 40.00 cada uno por mes	10,000.00
1 caporal durante un mes	1,400.00
Aplicación de sulfato de amonio a razon de dos onzas por planta en 27,500 igual a 55,000 onzas igual a 35 quintales a 80.00 cada uno	2,800.00
Trasporte a 5.00 el quintal	175.00
Trasporte interno	175.00
2 D.H./Mz. Aplicando sulfato en 25 Mz. 50 D.H. A 40.00 cada D.H.	2,000.00
SEGUNDA LIMPIA Y FERTILIZACION	16,550.00
10 D.H. En 25 Mz. Igual 250 D.H. A 40.00 cada uno por mes	10,000.00
1 caporal durante un mes	1,400.00
Aplicación de sulfato de amonio a razon de dos onzas por planta en 27,500 igual a 55,000 onzas igual a 35 quintales a 80.00 cada uno	2,800.00
Trasporte a 5.00 el quintal	175.00
Trasporte interno	175.00
2 D.H./Mz. Aplicando sulfato en 25 Mz. 50 D.H. A 40.00 cada D.H.	2,000.00
CONTROL DE INCENDIOS	2,000.00
(Se hace al momento de la siembra) Ronda de 25 Mz. Y rompe fuegos 50 D.H. A 40.00 cada D.H.	2,000.00
La ronda se hara de 3 metros de ancho y el rompe fuegos de 4 metros de ancho	
CADA AÑO DESDE 2000 AL 2003 (DOS VECES POR AÑO)	
Limpia a 25 Mz. 24 D.H./Mz. En 25; 600 D.H. A 40.00	

304,140.00

Tabla 28

CONCLUSIONES

1. El diseño eléctrico de la línea primaria y secundaria, bajo criterios teóricos, específicamente los utilizados en el cálculo de catenarias para trazar los vanos y distancias mínimas entre el cable y tierra, facilitan la exactitud en el cálculo de los materiales, por consiguiente se reducen los costos y aumentan la confiabilidad del sistema de distribución primaria y secundaria.
2. El costo del proyecto de electrificación es muy elevado para que se pueda realizar de una sola vez, por lo que se recomienda que se realice por etapas, según prioridades y necesidades de las comunidades, así como también la facilidad de financiamiento a través de entidades gubernamentales y no gubernamentales.
3. Los códigos y varios de los costos eléctricos del FISDL que se obtuvieron por medio de la Alcaldía Municipal de Nueva Concepción, no corresponden en su totalidad a los costos estándar de instalaciones de líneas de distribución primarias y secundarias, de acuerdo al grado de dificultad que presenta el proyecto por su ubicación geográfica.
4. En cuanto al proyecto para irrigar cultivos por medio de la captación de agua, se limita a ser solamente una propuesta basada en cálculos de ingeniería múltiple, para presentar la factibilidad, el análisis y diseño de la obra civil de los diques, la irrigación propia para cada uno de los cultivos de la zona.
5. Los proyectos que se presentan para el desarrollo local de las comunidades, son únicamente propuestas que pueden llevarse a cabo dependiendo del interés, de la organización y la buena voluntad que las comunidades propicien y sobre todo del respaldo que el Programa de Apoyo a las Comunidades de la Universidad Don Bosco pueda dar.

GLOSARIO

Acometida primaria: Es la conexión que va desde la línea de distribución primaria de CEL hasta la infraestructura eléctrica, normalmente al transformador o banco de transformadores del cliente o usuario.

Acometida secundaria: Es la conexión que va desde la línea de distribución secundaria de CEL hasta el domicilio o punto de entrega del usuario. Generalmente, al final de esta acometida tiene que instalarse el medidor, en donde se harán las lecturas para el posterior proceso de facturación y cobro del servicio eléctrico por consumo del mismo.

Aislador: Dispositivos especialmente elaborados, capaces de soportar flexible o rígidamente a equipos y conductores eléctricos, aislándolos con respecto a tierra, otros conductores, herrajes, otros equipos, etc. Su fabricación es principalmente en porcelana, epóxicos y vidrio.

Cantón: Esquina o división administrativa de algunos países. Llamase también a la porción de habitantes dependientes de un municipio.

Carpeta Técnica: Formulario prediseñado para la formulación de proyectos dentro del marco del Programa de Desarrollo Local Sostenible y requisito del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local.

Calidad de vida: El mundo no consta de cosas preparadas y acabadas, sino que constituye un conjunto de procesos en los cuales las cosas se modifican constantemente, surgen y se destruyen. En éste sentido, la calidad de vida de las personas también representa un proceso que fundamentalmente se basa en las necesidades y derechos primarios de los hombres y mujeres. La calidad es la determinación esencial del objeto, para el caso, la vida. La calidad del objeto no se reduce a sus propiedades singulares. Se halla vinculada con un todo, lo abarca plenamente y es inseparable de él.

El concepto debe estar centrado en la persona humana y la equidad.

Caseríos: Derivado de casa o casas. Llamase también al conjunto de casas o pequeña población.

Conductor: Es un cuerpo que permite y facilita el paso de la electricidad; siendo los más comunes los cables fabricados en base a aluminio o cobre, y pueden estar forrados o desnudos; los cuales son usados para tendidos primarios y secundarios.

Cortacircuito: Equipo que incluye el porta fusible y el fusible.

Coyuntura: Estado general de prosperidad o depresión económica en un momento dado.

Desarrollo: Proceso de automovimiento desde lo inferior (desde lo simple) a lo superior (a lo complejo), que pone de manifiesto y realiza las tendencias internas y la esencia de los fenómenos, las cuales conducen a la aparición de lo nuevo. La forma característica del desarrollo presenta un aspecto espiral. Todo proceso singular de desarrollo tiene principio y fin, con la particularidad que ya desde el comienzo, en la tendencia, se halla contenido el fin del desarrollo. El desarrollo es un proceso inmanente: el paso de lo inferior a lo superior se produce porque en lo inferior se hallan contenidas, en estado latente, las tendencias que conducen a lo superior, y lo superior es lo inferior desarrollado.

Desarrollo Humano: El concepto de desarrollo ha evolucionado, pasando por diferentes etapas hasta el paradigma actual que es el desarrollo humano sostenible.

Al hablar de desarrollo humano sostenible se viene a la mente un sin fin de ideas y de definiciones, esto se debe a la inmensa variedad de usos que al término se le da, además de las diferentes disciplinas que lo utilizan o desde el que se analizan. Uno de los puntos mas importante a recordar al estudiar o definir el término de Desarrollo humano es: identificar que no es lo mismo que crecimiento económico.

La base del desarrollo humano se encuentra en considerar que tanto el desarrollo económico de las naciones como el de su población deben de ir de la mano, sin abusar una de la otra.

Por otro lado, dentro del desarrollo humano se considera que el ser y la ser humano (a) son el cimiento del crecimiento económico y que sin su contribución y apoyo no es posible alcanzar el paradigma del desarrollo sea cual fuere éste.

Podemos además resumir en alguna forma que a todos los niveles de desarrollo , las tres opciones que disponen las personas son:

- Poder tener una vida larga y saludable
- Poder adquirir conocimientos
- Poder tener acceso a los recursos necesarios para disfrutar de un nivel de vida decoroso.

Estructura: Es la unidad principal de soporte, generalmente se aplica a los herrajes y materiales, incluyendo al poste o torre adaptado para ser usado como medio de soporte de líneas aéreas de energía eléctrica y las retenidas.

Exclusión: Acción o efecto de excluir. Dejar de incluir algo entre lo de su clase o dejar de aplicarle el mismo trato. Descartar o negar la posibilidad de desarrollo o progreso.

En términos mas complejos y referidos al desarrollo humano del cual se habla en el documento entero, se puede resumir que es la privación de la posibilidad de tener acceso al desarrollo humano de cual se describe en el concepto anterior de desarrollo humano sostenible.

Evapotranspiración: Cantidad de agua que el ambiente y el cultivo extrae del suelo.

Flecha: Es la distancia vertical medida desde cualquier punto de un conductor a la línea recta imaginaria que une los dos puntos de soporte del conductor en las estructuras. A menos que se especifique en un punto determinado, la flecha es la distancia que corresponde a la medida en el punto más bajo (medio) del vano.

Flecha inicial sin carga: La flecha de un conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

Flecha final: Es la flecha de un conductor bajo condiciones específicas de carga y temperatura aplicadas, después de que dicho conductor ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la zona de carga en la que está instalado o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente y que ésta haya sido removida. La flecha final incluye el efecto de la deformación inelástica.

Flecha final sin carga: Es la flecha de un conductor después de que ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la zona de carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente y que ésta haya sido removida. La flecha final sin carga incluye el efecto de la deformación inelástica.

Fusible: Elemento de protección de una línea a equipo cuya finalidad es, la de interrumpir el flujo de energía cuando por alguna razón o circunstancia anormal, hay sobrecorriente que puede ser dañina para equipos o líneas.

Globalización: Acción y efecto de globalizar. Conjunto de bienes y servicios tecnológicos y modernos que benefician a unos pocos y empobrecen a la mayoría.

Fenómeno que, aún no siendo exclusivamente americano, es más perceptible y tiene mayores repercusiones en América. Se trata de un proceso que se impone debido a la mayor comunicación entre las diversas partes del mundo, llevando prácticamente a la superación de las distancias, son efectos evidentes en campos muy diversos.

Se entiende además como un término económico en donde la economía, la tecnología, etc. No tienen fronteras.

Herrajes: Todos aquellos materiales metálicos utilizados en la construcción de una línea, tal como cruceros, diagonales, abrazaderas, zapatas, pernos, tuercas, etc.

Interdependencia económica: Dependencia recíproca en cuanto a lo económico. Que no sólo depende de un bando o lado, para el caso, ni de las grandes potencias o de los países subdesarrollados.

Línea Aérea: Es una adaptación de componentes, destinados al transporte de energía eléctrica. Esta constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

Línea de Suministro Eléctrico: Son los conductores utilizados para transportar energía eléctrica a diferentes niveles de voltaje, incluyendo sus estructuras de soporte. Estas líneas pueden ser aéreas o subterráneas.

Medidor: Equipo que sirve para registrar el consumo de energía eléctrica del cliente.

Mensajero: Soporte de alambre sólido o cableado para líneas de comunicación o de suministro eléctrico, que soporta, además de su propio peso, el peso de uno o más conductores o cables. No forma parte del circuito eléctrico.

Normativa: Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución.

Pararrayo: Elemento de protección en todas las líneas y equipos de distribución. Su función es la de drenar a tierra el sobrevoltaje que pudiese ocurrir en las líneas.

Percolar: agua que se infiltra en la tierra.

Porta fusible: Dispositivo que contiene al elemento fusible y que esta diseñado para que al fundirse el elemento fusible, se abra e interrumpa la conexión eléctrica y pueda cambiarse por otro fusible nuevo.

Progreso: Acción de ir hacia adelante. Cambio gradual de algo tendiendo a aumentar o mejorar. Desarrollo de la civilización, el desarrollo progresivo de la sociedad en forma ascendente, su florecimiento.

El progreso tiene que ver con los avances tecnológicos y la idea es que el progreso de la humanidad sea en todos los ámbitos. Debe también considerarse y enfatizarse la idea de equidad, por que no puede haber en realidad progreso sino se lleva implícitamente la equidad de la humanidad.

Retenida: Conocida como viento o sostén; sirve para reducir los desequilibrios en los esfuerzos en los postes, evitando que estos se dañen o inclinen debido a la Fuerza ejercida por los conductores.

Sistema de Tierra: Es un sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está efectivamente aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corriente no interrumpible.

Sistema de distribución primario: Suministra la energía eléctrica en la subestación de servicio a voltaje primario el cual en CEL es perfectamente sistema 13.2/7.6 KV estrella con neutro multiaterrizado; lo cual implica 7.6 KV voltaje línea-neutro.

Sistema de distribución secundario: Suministra energía eléctrica a voltaje secundario de consumo, preferentemente 120/ 240 voltios.

Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación: Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta por equipos tales como: seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla o modificar sus características.

Swisscontact: Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico, ejecuta desde 1993 el Programa de Energía Solar en Centroamérica. Dentro de dicho programa –

financiado por el Gobierno Suizo (Cosude) - se iniciaron las primeras pruebas de sistemas de purificación de agua con flujo continuo a partir del año 1995, en un trabajo conjunto con la UNA, el laboratorio del AYA y el EAWAG / SANDEC (Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Ambiental / Agua y Saneamiento en Países en Desarrollo). Desde 1995 hasta finales de 1997 se ha desarrollado y mejorado el diseño y funcionamiento del sistema, el cual se probó durante siete meses (Mayo – Noviembre/98) en una prueba de campo en cinco diferentes lugares. En estos siete meses se investigó la factibilidad técnica, la aceptación por parte de los usuarios y la calidad del agua. El día 23 de octubre 1998 se realizó un seminario para evaluar los resultados obtenidos y al final del seminario se decidió documentar las experiencias obtenidas, en un manual.

Transformador: Equipo cuya función es la de "transformar" o convertir el voltaje desde un línea primaria a un voltaje secundario o de servicio para el cliente. Normalmente dicha transformación se hace para el sistema de distribución de CEL conviniendo 13.2/7.6 KV a 120/240 voltios.

Vano: Distancia horizontal entre dos estructuras consecutivas.

Veredas (paso de mulas): Camino o paso que se hace con el tiempo después de varios años. Camino para comunicar o acceder a lugares remotos.

BIBLIOGRAFIA

- FEDISAL – UDB – ITCA-FEPADE, Manual para la Formulación de Proyectos (San Salvador, 1999)
- LAROUSSE, Diccionario Enciclopédico Plus, 1ª Edición (México 1999)
- PERAZA, Juan Carlos – CACERES, Julio Alberto, Factividad Técnica y Económica de Generación Eólica en El Salvador. Tesis de la Universidad Don Bosco, 1995.
- COOPERACION SUR, Programa de las Naciones Unidas, Dependencia especial para la cooperación técnica entre países en desarrollo, 1996.
- Instituto de Estadísticas y Censos, curvas a nivel.
- JARQUÍN ANAYA, Agustín, Por una Cultura de la Integridad y la Transparencia, Transparencia y Transformación de Centro América, Cuadernos de Temas y Documentos de Debate No. 5, Centro América, octubre de 1999.
- ROSENTAL, M. M. – IUDIN, P.F., Diccionario Filosófico, Ediciones Tecolut, diciembre de 1971.
- S.S. Juan Pablo II, Ecclesia in America, Impreso en El Salvador, C.A. por Imprenta Offset Ricaldone, Edición 2000 ejemplares, Agosto 1999.
- JOSE MARIA CHECA, Calculo de Líneas Aéreas
- Gráficos y Tablas para el calculo de líneas de transmisión y subestaciones, Ed. Alfaomega

ANEXOS

Memorias de las visitas al proyecto

A solicitud de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Don Bosco se inició el presente trabajo de graduación, para optar al grado de ingenieros Electricistas con el tema: *Electrificación y Propuesta de Desarrollo para el cantón Santa Rita Cimarrón, Chalatenango.*

Después de aceptar la propuesta en marzo del 2000, se realizó en el mismo mes, un visita a la comunidad de Santa Rita Cimarrón jurisdicción de Nueva Concepción Chalatenango, con el objeto de establecer un primer contacto con los poblador y hacer un recorrido de la zona y reconocer el punto de entrega punto más cercano que se encuentra aproximadamente a unos 5,300 m de distancia y unas 2 ½ hrs de camino en Chaguitón, siempre en la misma jurisdicción, para extender desde allí la red de distribución primaria a 13.2 kV que es administrada por la distribuidora local de AES - CLESA; en esta misma visita, se expuso y explico la posible realización del proyecto, basados en los formatos y lineamientos del FISDL, para lo cual se solicito que inicialmente consolidaran un comité de proyecto para cumplir los requerimientos del FISDL. Por ultimo se les pidió la colaboración para realizar el levantamiento de la línea en la próxima visita.

El día 29 de Marzo se trasladó el personal para hacer el levantamiento de la línea, el cual duró tres noches y cuatro días. Vale la pena mencionar que parte de la comunidad colaboró con alojamiento y alimentación, así como también, en la realización del levantamiento, pero esta ayuda disminuyó a medida que se avanzaba en la obra.

Luego de esta visita se procedió a la realización del diseño de la línea eléctrica, para su respectiva aprobación en AES – CLESA, vale la pena mencionar que se tuvo que regresar en repetidas ocasiones (8 visitas en total) para corroborar datos de distancia y ángulos para afinar y completar el diseño, al mismo tiempo se solicitó mayor participación por parte de las comunidades en materia de realizar censos socio económicos para complementar los formatos.

Una vez finalizados los planos del diseño eléctrico fueron entregados a AES – CLESA en junio del 2000 para su respectiva aprobación, tal y como se presenta mas adelante con una nota de entrega.

En noviembre de 2000 se realizó la primera evaluación del proyecto ante autoridades de la universidad Don Bosco, se presentó el diseño eléctrico y la carpeta con los formatos FISDL, éstos últimos no fueron completados en su totalidad, ya que la comunidad no entregó a tiempo los censos y cuestionarios entregados en marzo de 2000. No obstante, después de esta presentación se realizaron dos visitas mas con el objeto de ampliar las propuestas técnicas de desarrollo: ubicación topográfica para la asignación de diques y de los nacimientos de agua para consumo humano. En la copia electrónica del documento se presenta además un muestrario de las fotografías tomadas en cada una de las visitas.

En ésta visita en el mes de diciembre, se tuvo la oportunidad de visitar la alcaldía de Nueva Concepción y se tuvo acceso además a una pequeña reunión con el secretario general, Sr. Manuel Landaverde y el señor alcalde Don Vicente Valle, los cuales manifestaron algunas inquietudes y satisfacción al mismo tiempo, puesto que el proyecto no se ha abandonado y se comprometieron a colaborar en la parte organizativa de las comunidades y de complementar la información pendiente en los formularios del FISDL, si es necesario.

También sugirieron, dado el alto costo de la realización que el financiamiento podría realizarse por etapas y solicitar financiamiento a otras instituciones no gubernamentales a través de la universidad.

Finalmente a finales de enero de 2001, recibimos los censos y cuestionarios entregados a las comunidades y con estos, se ha completado la información dentro de los formatos FISDL, los cuales se presentan en el documento final del proyecto.