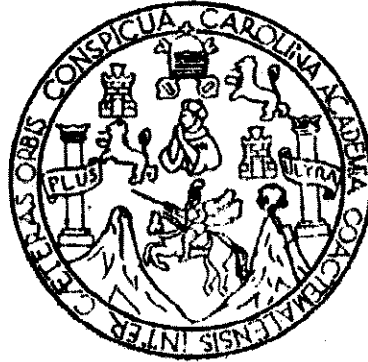


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**PLANIFICACION Y DISEÑO DE: SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CANTON
LA PEDRERA Y PAVIMENTO DE LA VIA DE ACCESO AL CANTON CHOQUIL
QUETZALTENANGO .**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

POR

JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 1997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

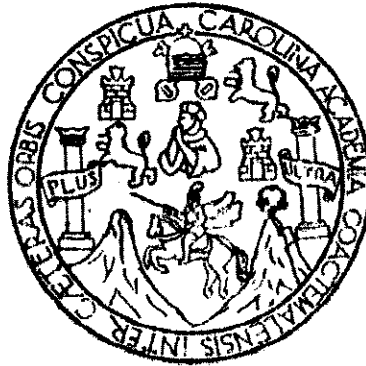
PLANIFICACION Y DISEÑO DE: SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CANTON LA PEDRERA Y PAVIMENTO DE LA VIA DE ACCESO AL CANTON CHOQUI, QUETZALTENANGO.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con la fecha 3 de febrero de 1,997.

Atentamente

JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------|---|
| DECANO: | ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS |
| VOCAL 1°: | ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA |
| VOCAL 2°: | ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORIZANO |
| VOCAL 3°: | ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ |
| VOCAL 4°: | BR. VICTOR RAFAEL LOBOS ALDANA |
| VOCAL 5°: | BR. WAGNER GUSTAVO LOPEZ CACERES |
| SECRETARIO: | ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|---|
| DECANO: | ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS |
| EXAMINADOR: | ING. PEDRO ANTONIO AGUILAR POLANCO |
| EXAMINADOR: | ING. CHRISTA CLASSON DE PINTO |
| EXAMINADOR: | ING. JUAN MERCK COS |
| SECRETARIO: | ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS |



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.130.97

Guatemala, 8 de julio de 1,997

Señor
Ing. Jack Douglas Ibarra
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Por medio de la presente, envío a usted, el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **PLANIFICACION Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CANTON LA PEDRERA Y PAVIMENTO DE LA VIA DE ACCESO AL CANTON CHOQUI, QUETZALTENANGO.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería Civil, **JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el suscrito; y constituye un valioso aporte al problema que presenta la comunidad en mención.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley, del referido trabajo, esta **COORDINACION APRUEBA** su contenido, solicitándole el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.



JMC/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: Informe Final

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor y de Coordinador de E.P.S., Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante José Enrique León Castillo, titulado PLANIFICACION Y DISEÑO DE: SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CANTON LA PEDRERA Y PAVIMENTO DE LA VIA DE ACCESO AL CANTON CHOQUI, QUETZALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, julio de 1,997.

JDIS/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **PLANIFICACION Y DISEÑO DE: SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CANTON LA PEDRERA Y PAVIMENTO DE LA VIA DE ACCESO AL CANTON CHOQUI, QUETZALTENANGO**, del estudiante José Enrique León Castillo, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO

Guatemala, julio de 1, 997



/bbdeb.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Por darme la vida

MIS PADRES

Por su apoyo

MI NOVIA

Por su cariño y apoyo

MIS HERMANOS

ING. JUAN MERCK COS

Por su asesoría

FACULTAD DE INGENIERIA

LA MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO

CARE DE GUATEMALA

Especialmente al proyecto
U-Sweep

CONSISA, SUPERVISORA No.14 D.G.C.

CENTRO UNIVERSITARIO CIUDAD VIEJA

ACTO QUE DEDICO A:

MIS ABUELOS

**José Vicente León Lau.
Ana Lú de León.
Julio Castillo (Q.E.P.D)
Estela de Castillo.**

MIS PADRES

**Ing. Vicente León Lú.
Leticia C. de León.**

MI NOVIA

Anna Laura Marroquín Alfonso.

HERMANOS

**José Vicente León Castillo.
Ana Cecilia León Castillo.**

MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A

INGENIERO JUAN MERCK COS

Por su paciencia y apoyo, en la elaboración de dicho trabajo y en
El Ejercicio Profesional Supervisado.

INDICE

| | Página |
|--|-----------------|
| INTRODUCCION | i |
| OBJETIVOS | ii |
| HIPOTESIS | ii |
| GLOSARIO | iii - iv |
| LISTA DE SIMBOLOS | v - vi |
| | |
| CAPITULO No.I | |
| INVESTIGACION | |
| 1.1 ASPECTOS MONOGRAFICOS DEL CANTON LA PEDRERA | |
| 1.1.1 Límites | 1 |
| 1.1.2 Clima | 1 |
| 1.1.3 Población | 1 |
| 1.1.4 Vías de acceso | 1 |
| 1.1.5 Actividades económicas | 1 |
| 1.1.6 Efecto de la población por falta de agua potable | 2 |
| 1.2 ASPECTOS MONOGRAFICOS DEL CANTON CHOQUI | |
| 1.2.1 Límites | 2 |
| 1.2.2 Clima | 2 |
| 1.2.3 Población | 2 |
| 1.2.4 Vías de acceso | 2 |
| 1.2.5 Actividades económicas | 2 |
| 1.2.6 Efecto de la población por falta de calles pavimentadas | 3 |
| 1.3 BANCOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL AREA DE QUETZALTENANGO | 3 |
| 1.3.1 Banco Olintepeque | 3 |
| 1.3.2 Banco Tuices | 3 |
| 1.3.3 Banco Chuicaracoj | 4 |
| Granulometría | 4 |
| Densidad máxima y Humedad óptima | 4 |
| Valor soporte CBR | 5 |
| Equivalente de arena | 5 |
| Límites de consistencia | 5 |
| 1.3.4 Banco Chiquirichapa | 6 |
| 1.3.5 Banco Molino Quetzal | 6 |
| 1.3.6 Otros bancos | 6 |
| 1.4 INVESTIGACION SOBRE ADOQUINES FABRICADOS EN EL AREA DE QUETZALTENANGO | 7 |
| 1.4.1 Proporciones utilizadas | 7 |
| 1.4.2 Forma y Tamaño | 7 |
| 1.4.3 Propiedades mecánicas | 8 |

1.4.4 Recomendaciones para mejorar la resistencia de los adoquines de la fabrica municipal de productos de cemento

9

CAPITULO No.II
DOCUMENTACION BIBLIOGRAFICA Y DESARROLLO DEL
PROYECTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON LA
PEDRERA

| | |
|---|----|
| 2.1 Fuentes de agua | 11 |
| 2.2 Estudio del diseño hidraulico | 12 |
| 2.2.1 Período de diseño | 12 |
| 2.2.2 Crecimiento de la población | 12 |
| 2.2.3 Topografía | 13 |
| 2.2.4 Dotación de agua | 13 |
| 2.2.5 Factores de consumo | 14 |
| Consumo medio diario | 14 |
| Consumo máximo diario | 14 |
| Consumo máximo horario | 15 |
| 2.2.6 Línea de conducción | 16 |
| 2.2.6.1 Línea de bombeo | 16 |
| 2.2.6.2. Caudal de bombeo | 16 |
| 2.2.6.3 Diámetro económico | 17 |
| 2.2.6.4 Costo mensual | 17 |
| 2.2.6.5 Selección del tipo de tubería | 19 |
| 2.2.6.6 Golpe de ariete | 20 |
| 2.2.6.7 Determinación de la potencia de la bomba | 21 |
| 2.2.7 Red de distribución | 23 |
| 2.2.7.1 Tanque de distribución | 25 |
| 2.2.7.2 Diseño del tanque de distribución | 26 |
| 2.2.8 Válvulas | 29 |
| 2.2.8.1 Válvula de alivio | 29 |
| 2.2.8.2 Válvula de control de bomba | 29 |
| 2.2.8.3 Válvula de aire | 29 |
| 2.2.8.4 Válvula de limpieza | 29 |
| 2.2.9 Integración del presupuesto para el Cantón La Pedrera | 29 |
| Materiales del Tanque de distribución | 31 |
| Materiales de la línea de conducción y red de distribución | 32 |
| Materiales para tres Llena cántaros | 33 |
| Materiales de 15 cajas de válvulas | 34 |
| Materiales para conexiones domiciliarias | 35 |
| Mano de obra | 36 |
| Resumen de mano de obra y materiales | 37 |
| Costo total | 37 |

CAPITULO No.III

DOCUMENTACION BIBLIOGRAFICA Y DESARROLLO DEL PROYECTO DE PAVIMENTACION

| | |
|---|------|
| 3.1 Levantamiento topográfico | 38 |
| 3.1.1 Planimetría | 38 |
| 3.1.2 Altimetría | 38 |
| 3.2 Ensayos de laboratorio | 38 |
| 3.2.1 Ensayos para la clasificación del suelo | 38 |
| 3.2.1.1 Análisis granulométrico | 39 |
| 3.2.1.2 Límites de consistencia | 39 |
| 3.2.2 Ensayos para el control de la construcción | 39 |
| 3.2.2.1 Ensayo de Próctor | 40 |
| 3.2.2.2 Equivalente de arena | 40 |
| 3.2.3 Ensayos para determinar la resistencia del suelo | 40 |
| 3.2.3.1 Ensayo del valor soporte del suelo | 41 |
| 3.3 Diseño del pavimento | 42 |
| 3.3.1 Diseño de pavimentos rígidos | 42 |
| 3.3.1.1 Diseño de losas para pavimentos rígidos | 42 |
| 3.3.1.1.1 Cemento Portland | 42 |
| 3.3.1.1.2 Agua | 43 |
| 3.3.1.1.3 Agregado grueso | 43 |
| 3.3.1.1.4 Agregado fino | 43 |
| 3.3.1.2 Diseño de mezclas para pavimento rígido | 43 |
| 3.3.1.3 Dimensionamiento del espesor de la losa | 48 |
| 3.3.1.4 Diseño de juntas | 56 |
| 3.3.2 Diseño simplificado de pavimentos de adoquín | 56 |
| 3.4 Selección del tipo de pavimento | 57 |
| 3.5 Integración de presupuestos para la Vía de acceso al Cantón Choquí | 58 |
| Presupuesto de pavimento rígido | 59 |
| Presupuesto de pavimento de adoquín | 60 |
| CONCLUSIONES | vii |
| RECOMENDACIONES | viii |
| BIBLIOGRAFIA | ix |
| ANEXOS | |

INTRODUCCION

Los servicios básicos como el agua potable son primordiales para la salud, y la existencia del ser humano. Es necesario contar en cada lugar de Guatemala, con recursos que faciliten nuestra existencia y promuevan el desarrollo.

Como es lógico en países en desarrollo como el nuestro, es muy difícil que todas las comunidades existentes cuenten con estos servicios. Se interesó por un planteamiento que la Comunidad del Cantón La Pedrera del municipio de Quetzaltenango, hizo a la municipalidad de este municipio, solicitando el apoyo necesario para la planificación y diseño, de un proyecto que diera una solución al problema de la falta de agua potable. Dicha comunidad no cuenta con una fuente de agua que suministre de manera directa la demanda, a través de este trabajo se plantea la utilización del medio más cercano, consistente en un pozo que se ubica en las faldas de la población, por lo que el trabajo en si consiste en planificar y diseñar la forma de llevar este vital líquido a toda esta población, proponiendo la construcción de un tanque de almacenamiento, que será llenado a través de un sistema de bombeo, ajustado al tipo de condiciones que actualmente se tienen; y red de distribución por gravedad. Las obras de arte y el tanque de distribución, serán construidos con materiales existentes en la localidad.

Por otra parte se realizó la planificación y diseño de la pavimentación de la Vía de Acceso al Cantón Choquí, de este municipio, sabiendo que la falta de este servicio no sólo afecta en su desarrollo al mismo Cantón, sino también a otras comunidades que deben su acceso a la misma ruta; por lo que se incluyó como parte del trabajo dos opciones: la primera consiste en un pavimento rígido y la segunda en un pavimento adoquinado, evaluando las ventajas y desventajas que cada una de ellas presentan tanto económicas, como técnicas.

Este trabajo de tesis se enmarcará en la Planificación y Diseño de: Sistema de agua Potable del Cantón la Pedrera y Pavimentación de la Vía de acceso al Cantón Choquí.

Se presenta en el Capítulo I, una breve Monografía de ambas Comunidades y a su vez una investigación acerca de los bancos de materiales y adoquines utilizados en el área de Quetzaltenango. En el Capítulo II, la documentación bibliográfica y desarrollo del proyecto de agua potable, y finalmente en el capítulo III, la documentación bibliográfica y desarrollo del proyecto de pavimentación.

OBJETIVOS

Desarrollar el proyecto de Introducción de agua potable en el Cantón La Pedrera y la Pavimentación de la Vía de Acceso al Cantón Choquí Quetzaltenango.

Desarrollar una investigación y localización sobre los bancos de materiales que pueden ser utilizados como agregados de concretos, bases y subbase de pavimento, en el área de Quetzaltenango.

HIPOTESIS

1. El Cantón la Pedrera se encuentra en la parte sur de la ciudad de Quetzaltenango, específicamente a 1 km del centro. Esta comunidad a pesar de encontrarse dentro del perímetro urbano carece de un servicio básico, como lo es el agua potable. Si bien es cierto una parte contó con el vital líquido, actualmente ya es deficiente. Por otra lado la falta de agua potable y el mal manejo del agua existente, lleva a la propagación de enfermedades de tipo gastrointestinal.

Con la construcción de un tanque de distribución llenado por bombeo, se podrá abastecer a la comunidad por gravedad, creando así un servicio eficiente, que cumpla las demandas de la población y evitando la proliferación de enfermedades.

2. El Cantón Choquí ha sido alcanzado por el rápido crecimiento de la ciudad de Quetzaltenango, teniendo como consecuencia el mal estado de su vía de acceso y causando problemas a los habitantes que se encuentran próximos a dicha vía, debido a la grandes cantidades de polvo que se genera durante el verano.

Por lo que se considera que con la planificación y diseño de la pavimentación, su vía de acceso, la municipalidad de Quetzaltenango tendrá los elementos necesarios, para resolver la problemática de la población.

GLOSARIO

ADITIVOS: Materiales que además del agua, agregados y cemento se utilizan como ingredientes del concreto y se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado.

ALTIMETRIA: procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente.

BANCO: Masa de tierra que se levanta sobre la superficie normal de la tierra. Generalmente, cualquier masa de tierra que se va a excavar de su sitio natural.

BASE: Es la capa constituyente de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes y sobre la cual se coloca la carpeta de rodadura.

CEMENTO PORTLAND: Es un aglomerante que reacciona en presencia del agua ya que debidamente mezclado con agregados inertes se convierte en una masa manejable y moldeable que adquiere características de piedra artificial.

COMPACTACION: Es al procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia, su capacidad para soportar las cargas.

CONCRETO CICLOPEO: Material compuesto de piedra en un 67% con un 33% de mortero. El mortero será compuesto de cemento y arena de río en una proporción 1:2.

CONEXION DOMICILIAR: Es la conexión que abastece de agua a una casa que tiene varios artefactos (Lavamanos, ducha, lavatrastos, etc.) para el consumo.

CONEXION PREDIAL: Es la conexión o chorro, única que se coloca en un predio de una casa habitada.

DOTACION: Término que se utiliza para designar la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades.

FACTOR DE GASTO: Consumo de agua que se da por vivienda. Con este factor, el caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la línea de distribución, según el número de viviendas por tramo.

NIVEL FREATICO: Es la superficie superior de una masa de agua subterránea.

PAVIMENTO: Se le llama a la estructura que se coloca sobre el suelo de fundación de una carretera o vía urbana, está destinada a soportar el tránsito de vehículos.

PERIODO DE DISEÑO: Es el tiempo durante el cual un sistema (agua potable, drenajes pavimentación, etc.) dará un servicio satisfactorio a la población, estableciendo su límite en el momento que su uso sobrepase las condiciones de diseño.

PLANIMETRIA: Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación, que puede ser el norte magnético o astronómico, y partiendo de él, conocer la orientación de los puntos que definen el terreno en estudio.

SUB-BASE: Es la capa de la estructura del pavimento, destinada principalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, de tal manera que el suelo de la subrasante las pueda soportar; absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar la base.

SUBRASANTE: Es la capa de terreno de una carretera, que soporte la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

SUELO: Es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan.

LISTA DE SIMBOLOS

| | |
|----------------------|--|
| D | Diámetro de tubería |
| De | Diámetro Económico |
| Hf | Pérdida de carga por fricción en la tuberías |
| km (Km) | Kilómetro(s) |
| Qc,Qd,Qm,Qb, Qi | Caudales de diseño |
| fdm | Factor de Día Máximo |
| fhm | Factor de Hora Máximo |
| m.c.a. | Metros columna de agua |
| PSI | Libras sobre pulgada cuadrada |
| N | Número de viviendas |
| lts / seg | Litros por segundo |
| m / seg | Metros por segundo |
| m | Metros |
| cm | Centímetros |
| FG | Factor de Gasto |
| L | Longitud |
| CDT | Carga Dinámica Total |
| lts / hab / día | Litros por habitante por día |
| Plg | Pulgadas |
| c | Costo total de tubería |
| Ct | Costo de la tubería por mes |
| r | Tasa de interés mensual |
| n | Período de meses |
| P | Potencia |
| HP | Caballos de fuerza |
| e | Eficiencia |
| pvc | Material fabricado a base de cloruro de polivinilo |
| hg | Hierro galvanizado |
| m / seg ² | Metros por segundo al cuadrado |
| m ² | Metros cuadrados |
| m ³ | Metros cúbicos |
| GPM | Galones por minuto |
| i | Tasa de crecimiento |
| hrs | Horas |
| D ² | Diámetro al cuadrado |
| kg | Kilogramos |
| gr | Gramos |
| Ka | Coefficiente de empuje activo |
| Kp | Coefficiente de empuje pasivo |
| CIT | Cota inicial del terreno |
| CFT | Cota final del terreno |

| | |
|--------|---|
| °C | Grados centígrados |
| ASTM | American Society of Testing and Materials |
| AASHTO | American Association Of State Highway and Transportation Officials. |
| BM | Banco de marca |
| Est. | Estación |
| PCA | Portland Cement Association |
| CBR | California Bearing Ratio |
| VA | Vista atrás |
| HI | Altura de instrumento. |
| VI | Vista intermedia |
| PV | Punto de vuelta. |
| lbs | Libras |
| K | Módulo de reacción del suelo |
| MR | Módulo de ruptura del concreto |
| TPD | Tránsito Promedio Diario |
| TPDC | Tránsito Promedio Diario de Camiones |
| Mf | Módulo de finura |
| f'c | Resistencia a la compresión especificada del concreto |
| f'cr | Resistencia promedio a la compresión requerida del concreto |
| yd | Yarda |

CAPITULO I INVESTIGACION

1.1. ASPECTOS MONOGRAFICOS DEL CANTON LA PEDRERA

1.1.1. LIMITES

El Cantón la Pedrera, colinda al Norte con el Centro de la Ciudad de Quetzaltenango, al Sur con el Llano del Pinal y Cantón Chicuá, al Noroeste con el Barrio las Flores y Centro de la ciudad de Quetzaltenango y al este con el cerro Tecún Umán.

1.1.2. CLIMA

El clima predominante es frío y más intenso en los meses de noviembre a febrero; con una temperatura promedio de 21 °C y una precipitación anual de 954 milímetros.

1.1.3. POBLACION

La población es en un 40% indígena, perteneciente a la etnia Quiché, el resto es ladina. La organización social que existe en la Comunidad está formada por el Comité Promejoramiento, integrado por: Presidente, Secretario, Tesorero y Vocales. La población es de 500 habitantes y 66 viviendas.

1.1.4. VIAS DE ACCESO

El cantón la Pedrera se encuentra a 1 kilómetro del centro de la Ciudad de Quetzaltenango, a la vez se puede entrar por la costa sur por la ruta CA-2, desviándose por Almolonga o por la ruta CA-1 occidente, hacia el centro de la Ciudad. La 13 avenida "A" de la zona 1 es el acceso principal, esta vía de entrada es empedrada y se encuentra en buen estado. Las pendientes varían entre 12% y 15%.

1.1.5. ACTIVIDADES ECONOMICAS

Los habitantes de esta comunidad poseen varias actividades económicas, gran parte de ellos se desplazan hacia la ciudad a efectuar dichas labores, entre las actividades más comunes se determinaron las siguientes: comerciantes, agricultores, maestros de música, albañiles, ayudantes de albañil y un pastor evangélico. Como todas las comunidades del occidente, la mayoría de la población posee un terreno en donde cultivan maíz, frijol, etc. actividad económica que aporta en forma indirecta ingresos adicionales a la población.

1.1.6. EFECTO DE LA POBLACION POR FALTA DE AGUA POTABLE

El mayor problema de la población al no contar con agua potable, es la transmisión de enfermedades gastrointestinales, esto es debido a que en la actualidad la comunidad tiene que transportar el agua por medio de toneles, tinajas y esta forma de suministrar el agua produce la propagación de enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, etc. Es importante hacer notar otro efecto, como lo es la disposición de tiempo extra para el acarreo de agua, puesto que la población debe hacer esta actividad desde muy temprano.

1.2. ASPECTOS MONOGRAFICOS DEL CANTON CHOQUI

1.2.1. LIMITES

El Cantón Choquí colinda al Norte con el llano de Olintepeque, al Sur, Noroeste y Noreste con la ciudad de Quetzaltenango.

1.2.2. CLIMA

El clima predominante es frío y más intenso en los meses de noviembre a febrero; con una temperatura promedio de 21 °C y una precipitación anual de 954 milímetros.

1.2.3. POBLACION

La población en este cantón en su mayoría es ladina y el resto es de origen Quiché, como lo es en toda la meseta de Quetzaltenango. La organización social que existe en esta Comunidad está formada por un Comité Promejoramiento integrado por: Presidente, secretario, Tesorero y vocales.

1.2.4. VIAS DE ACCESO

El Cantón Choquí se encuentra a 198 kilómetros de la ciudad Capital, a través de la ruta CA-1 Occidente y luego 2 kilómetros sobre la 6 avenida de la zona 2. Otra forma alternativa es por Olintepeque. En forma general se puede decir que las vías de acceso actuales todas están en mal estado, debido a que son de terracería que no han tenido un buen mantenimiento. Las pendientes varían entre 1% y 2%.

1.2.5. ACTIVIDADES ECONOMICAS

Son muchas las actividades económicas de esta población, en general las actividades predominantes son: mecánicos, ayudantes de mecánicos, agricultores, albañiles, ayudantes de albañiles, comerciantes, lavanderas.

1.2.6. EFECTO DE LA POBLACION POR FALTA DE CALLES PAVIMENTADAS

El mayor problema que se observa en esta Comunidad es la falta de Pavimentación de la vía de acceso, esto es un problema que afecta todo el año, en el invierno se forman grandes depósitos de agua que hace muy difícil el tránsito de los vecinos, así como a otras comunidades que utilizan esta vía. En verano se generan grandes cantidades de polvo, que se esparce sobre las viviendas, causando en la población problemas respiratorios.

1.3. BANCOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL AREA DE QUETZALTENANGO

Esta sección tiene como fin conocer la calidad de los materiales utilizados para bases, subbases, subrasante, agregados para concretos hidráulicos y asfálticos, así como la localización de los bancos más importantes en la región de Quetzaltenango, estos bancos se localizaron en un mapa a escala 1:50,000 (ver Anexo VII). Es importante mencionar que la municipalidad de Quetzaltenango no cuenta en la actualidad con algún tipo de información o banco de datos de esta clase, por lo que se trató de investigar algunos de los más importantes, el banco de Chuicaracoj es considerado el más importante debido a la cercanía de la ciudad de Quetzaltenango y a que posee los materiales más adecuados para bases, debido a lo anterior se le efectuaron pruebas de laboratorio completas. También se incluyeron otros bancos, que cumplen con aspectos técnicos y que pueden ser utilizados.

1.3.1. BANCO OLINTEPEQUE

Este banco se encuentra en el municipio de Olintepeque, a unos 20 minutos del centro de la Ciudad de Quetzaltenango, la vía de acceso está en buen estado. Este es un material de arena pómez limosa color blanco, con una densidad máxima Próctor de 76.50% y un porcentaje de humedad óptima de 24%. El porcentaje que pasa el tamiz No.40 es de 65.10% y el tamiz No.200 es de 25.80%. El CBR obtenido es de 44% efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación según AASHTO T-180. Límite plástico igual a cero y límite líquido igual a cero. De acuerdo a las características presentadas, este es un material que se recomienda para subbases y subrasantes.

1.3.2. BANCO TUICES

Este banco se encuentra aproximadamente a 10 km. del centro de la ciudad de Quetzaltenango, de los cuales 6 km están en buen estado y el resto es de terracería. La vía de acceso es por Olintepeque.

Este banco de material es de arena pómez, el porcentaje de material que pasa por el tamiz No.40 es de 58.10% y el tamiz No. 200 es de 21%, el CBR obtenido es de 64% efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación según AASHTO T-180, el equivalente de arena es de 78%. Este material se recomienda para subbases y prestamos, y como agregado para la fabricación de blocks.

1.3.3. BANCO CHUICARACOJ

De acuerdo a las características de este banco, se decidió que era conveniente hacer pruebas de laboratorio completas y emplearlo como material de base para el proyecto de pavimentación de la vía de acceso al Cantón Choquí.

Este banco se encuentra en el llano del Pinal, en la parte sur de la ciudad de Quetzaltenango, tiene varios accesos, pero vale la pena mencionar los dos principales, el primero es por el centro de la ciudad tomando la diagonal 13 de la zona 1 y el segundo es por la avenida las Américas, ambos accesos son de terracería en regular estado.

En el banco de Chuicaracoj existe una trituradora, produciendo roca o grava triturada con limo arenoso. A continuación se muestran los resultados de los análisis de laboratorio (en el Anexo II se encuentran en forma detallada los resultados).

GRANULOMETRIA

Según los resultados obtenidos fueron los siguientes:

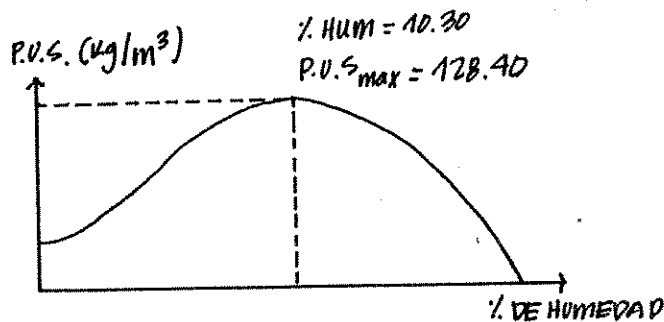
| TAMIZ | % RETENIDO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES |
|-------|------------|------------|------------------|
| 1" | --- | 100 | 100 % |
| 3/4" | 10.80 | 89.20 | 70-100 % |
| 3/8" | 35.60 | 64.40 | 50-80 % |
| # 4 | 49.80 | 50.20 | 35-65 % |
| # 10 | 59.80 | 40.20 | 25-50 % |
| # 40 | 74.30 | 25.70 | 15-30 % |
| # 200 | 88.00 | 12.00 | 5-15 % |

Como se puede observar en el cuadro anterior, el material presenta una granulometría bien graduada, comprendida como una graduación C-2. Otro punto importante es, la fracción que pasa al tamiz No. 200 no debe exceder de 1/2, la fracción que pasa el tamiz No. 40, esto sería así: $\% \text{ que pasa el tamiz No.200} = 12\% < \% \text{ que pasa el tamiz No.40} = 25.70 / 2 = 12.85\%$.

De lo anterior se determina que por su granulometría, es un material adecuado para la construcción de una base.

DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA

Para esto se empleó el método Próctor Modificado, según la norma ASSHTO T-180, se determinó que el porcentaje de humedad óptima es de 10.30%, con un peso unitario seco máximo de 128.40 kg/m³. A continuación se muestra el gráfico de contenido de humedad contra la densidad referida al peso del material seco.



| % Humedad | P.U.S |
|-----------|--------|
| 5.20 | 124.20 |
| 7.60 | 126.50 |
| 11.30 | 128.00 |
| 13.40 | 124.70 |
| 16.80 | 121.10 |

VALOR SOPORTE DEL SUELO (CBR)

El CBR de esta prueba se determinó según la norma AASHTO T-193. El valor soporte CBR es de 91%, efectuado sobre muestra, saturada, a 95% de compactación según AASHTO T-180, por lo que se considera como adecuado, puesto que las normas de un material para base granular específica que el valor soporte CBR deberá ser como mínimo 90%.

EQUIVALENTE DE ARENA

El equivalente de arena de esta muestra fue efectuado según la norma AASHTO T-176, y el resultado del equivalente de arena es de 32.80%, un valor que está, bajo de lo especificado, debido a que las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos norma que el equivalente de arena no debe ser menor de 40%.

LIMITES DE CONSISTENCIA

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que el material presentó un límite líquido y un límite plástico igual a cero y por consiguiente un índice de plasticidad igual a cero, según las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, el material no debe tener un índice de plasticidad, AASTHO T-90, mayor de 3, ni un límite líquido, AASHTO T-89, mayor de 25.

Según el análisis de las muestras efectuadas en laboratorio, el material de grava triturada del banco Chuicaracoj si cumple con los aspectos técnicos requeridos para un material de base, puesto que la granulometría es bien graduada, el CBR está arriba de lo requerido para un material de base, los límites de consistencia están por debajo de lo recomendado, quizás solo el equivalente de arena está un poco abajo de lo requerido, pero se tomara como bueno. De lo anterior, se recomienda utilizar los materiales del banco Chuicaracoj para la construcción de bases.

1.3.4. BANCO CHIQUIRICHAPA

Este banco se encuentra aproximadamente a 4 km del centro de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango hacia San Martín Sacatepéquez. La clase de material de este banco es arena pómez con gravilla; la densidad máxima es de 97% y el porcentaje de humedad óptima es de 15.20%; el porcentaje que pasa por el tamiz No.40. es de 21.30% y el tamiz No.200 es de 6.50%; el CBR obtenido es de 52%, efectuado sobre muestras saturada, a 95% de compactación; el equivalente de arena obtenido es de 55.40%. Este material se recomienda para subbases y prestamos.

1.3.5. BANCO MOLINO QUETZAL

Estos son dos bancos que se encuentran uno muy próximo del otro y poseen características similares. La ubicación es a 2 km de San Mateo hacia San Juan Ostuncalco, ambos municipios de Quetzaltenango. Este material es arena pómez limosa color beige; el porcentaje que pasa por el tamiz No.40 es de 65.60% y el tamiz No. 200 es de 27.80%; la densidad máxima es de 76.70% y el porcentaje de humedad óptima es de 23.50%; el CBR obtenido es de 55%, efectuado sobre una muestra saturada, a 95% de compactación; el equivalente de arena es de 36.70%. Este material se recomienda para subbases y prestamos.

1.3.6. OTROS BANCOS

Como parte de la investigación también se describirán otros bancos utilizados en el área de Quetzaltenango, pero que no poseen algún estudio de suelos terminado. A continuación se mencionan, tratando de dar a conocer algunos de los usos recomendados.

Banco Zunil : material recomendado para agregados pétreos, bases y subbases.

Banco Cajolá: recomendado para bases, agregados finos y gruesos para concretos hidráulicos.

Banco La Cumbre: material bueno para bases, subbases y agregados para concretos hidráulicos.

Banco km 180 CA-1: recomendado para bases y agregados para concretos hidráulicos.

Banco Xecaracoj: arena volcánica con grava, recomendado para bases, agregados para concretos asfálticos, doble tratamiento y subbases.

1.4. INVESTIGACION SOBRE ADOQUINES FABRICADOS EN EL AREA DE QUETZALTENANGO

Esta investigación se realizó con el propósito de conocer la calidad del adoquín fabricado en el área de Quetzaltenango y tener información para comparar y recomendar mejoras al producto. Para el efecto se analizaron muestras de dos fábricas, siendo éstas: la Fábrica Municipal De Productos de Cemento (FMPC) y la fábrica CONYMA, que es uno de los proveedores de la Municipalidad.

Dichas muestras se llevaron al Laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) y se les hicieron pruebas de Flexión, Compresión y Absorción, con el fin de evaluar las propiedades físico-mecánicas.

1.4.1. PROPORCIONES UTILIZADAS

De acuerdo a la información recabada en la Fabrica Municipal de Productos de Cemento de la Municipalidad de Quetzaltenango, se determinó que emplean una proporción volumétrica 1:4:2, es decir una de cemento, dos de arena de río, dos de arena de mina y dos de piedrín. Esta proporción volumétrica ha sido utilizada por mucho tiempo para la fabricación de adoquines.

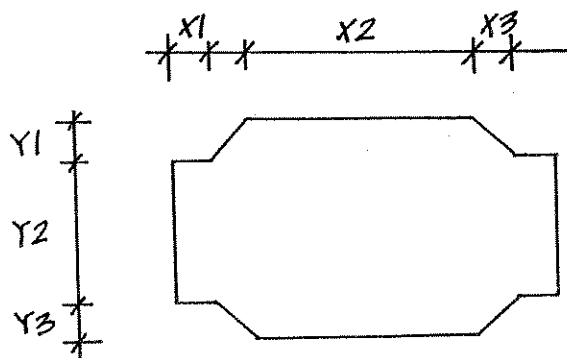
Se podría decir que esta proporción es teóricamente buena, pero hay que tomar en cuenta un aspecto y éste es que la proporción volumétrica debe estar en función de la calidad de los materiales utilizados como agregados, los que varían mucho de una región a otra. La proporción 1:4:2 contiene gran cantidad de agregado fino, situación que hace que la mezcla sea más pastosa y que la mezcla no sea homogénea, siendo las dos anteriores dos desventajas. Generalmente las proporciones volumétricas contienen más cantidad de agregado grueso que agregado fino, caso contrario a la proporción 1:4:2.

1.4.2. FORMA Y TAMAÑO

La forma y tamaño varía mucho, debido a que hay diversidad de moldes para su fabricación, a continuación se muestran las dimensiones y formas más comunes utilizadas por las dos fabricas.

Tabla I.1.

| MEDIDAS EN (cm) | X1 | X2 | X3 | Y1 | Y2 | Y3 | Grosor (cm) |
|-----------------|------|-------|------|------|-------|------|-------------|
| F.M.P.C. | 9.83 | 11.37 | 4.57 | 3.33 | 14.63 | 3.37 | 9.33 |
| CONYMA | 7.9 | 8.23 | 3.33 | 3.00 | 15.73 | 2.50 | 10.43 |



1.4.3. PROPIEDADES MECANICAS

La propiedades mecánicas que se obtuvieron de las muestras son:

Tabla I.2.

| F.M.P.C | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a Compresión equivalente (kg/cm ²) |
|-----------|---|---|
| Muestra 1 | 13.69 | 152 |
| Muestra 2 | 8.69 | 174 |
| Muestra 3 | 9.00 | 271 |
| CONYMA | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a Compresión equivalente (kg/cm ²) |
| Muestra 1 | 76.37 | 353 |
| Muestra 2 | 79.39 | 367 |
| Muestra 3 | 69.43 | 321 |

Para obtener el esfuerzo a flexión, es necesario utilizar la siguiente expresión:

$$\sigma_{\text{flexión}} = \frac{3 * P * L}{2 * b * h^2}$$

DONDE: $\sigma_{\text{flexión}}$ = Esfuerzo a flexión

P = Carga (kg o lbs.)

L = Luz (9 plg.)

b = Los valores de "y" (según sección 1.4.2, cm)

h = Altura (espesor del adoquín, cm)

Para el esfuerzo a compresión equivalente se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Ln (Compresión)} = 3.89486 + \text{Flexión} (0.03417)$$

DONDE: Ln = Logaritmo Natural.

Compresión = Esfuerzo equivalente a compresión.

Flexión = Esfuerzo a flexión.

Al hablar de esfuerzo equivalente a compresión, se refiere a que no se ensayan los adoquines directamente a compresión, sino que se relaciona con el esfuerzo a flexión; esto es según estudios realizados por el Centro de investigaciones de ingeniería (CII), en abril de 1,989. Una forma que se aconseja utilizar es, fabricar cilindros de prueba y probarlos directamente a compresión en periodos de 7, 14 y 28 días.

A continuación se muestra la tabla que contiene la comparación entre las resistencias requerida a compresión en la columna "A", esta es tomada una resistencia mínima a la compresión de 300 kg/cm² (para adoquines), y las resistencias a compresión obtenidas en laboratorio columna "B":

Tabla I.3.

| F.M.P.C. | Esfuerzo a compresión "A" (kg/cm²) | Esfuerzo a compresión "B" (kg/cm²) |
|-----------------|--|--|
| Muestra 1 | 300 | 152 |
| Muestra 2 | 300 | 174 |
| Muestra 3 | 300 | 271 |
| CONYMA | | |
| Muestra 1 | 300 | 353 |
| Muestra 2 | 300 | 367 |
| Muestra 3 | 300 | 321 |

De lo anterior se puede ver que la Fabrica Municipal de Productos de Cemento está bastante bajo de lo que se requiere, casi en un 50% menos que la resistencia requerida.

1.4.4. RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DE LOS ADOQUINES DE LA FABRICA MUNICIPAL DE PRODUCTOS DE CEMENTO

Según los resultados de laboratorio se determinó que la resistencia a la compresión es baja respecto a los estándares. De acuerdo a lo anterior se visitó dicha fábrica con el propósito de analizar su sistema constructivo y se determinó lo siguiente:

1. La proporción volumétrica utilizada es de 1:4:2, es decir una de cemento, dos de arena de río, dos de arena de mina y dos de pedrín.
2. El tamaño del agregado grueso es en promedio de 3/4" a 1".
3. El agregado fino (arena de río) tiene un gran contenido de arena pómez y bastante sucio.
4. La mezcla generalmente es hecha a mano.
5. La cantidad de agua oscila entre 4 y 5 galones por saco.

RECOMENDACIONES

1. La proporción volumétrica recomendada es 1:2:3, que da una resistencia de 281 kg/cm² y hacer pruebas sucesivas para lograr obtener la resistencia de 300 kg/cm². Descartar definitivamente la proporción 1:4:2.
2. Es conveniente no usar la arena de río y emplear únicamente arena de mina, esto es con el propósito de mejorar la calidad del agregado fino. Se descarta la arena de río puesto que la gran cantidad de arena pómez que contiene afecta su resistencia
3. El tamaño máximo del agregado grueso no debe ser mayor de 1/2", esto es con el fin de conseguir uniformidad en la mezcla.
4. Emplear una mezcladora para lograr lo siguiente: mecanizar el trabajo, hacer una mezcla más trabajable, más uniforme, producir una mayor cantidad de adoquines por saco y evitar desperdicios.

CAPITULO No. II

DOCUMENTACION BIBLIOGRAFICA Y DESARROLLO DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON LA PEDRERA

2.1. FUENTES DE AGUA

Se define como fuente de agua a todo aquel lugar capaz de suministrar, en cualquier época del año, un caudal que en verano sea igual o mayor al consumo máximo diario. Será una fuente adecuada para el consumo humano, si además de ser en la cantidad requerida, es de calidad aceptable.

El agua se puede encontrar en sus tres diferentes estados, según los factores que la afecten, su estado natural es el líquido, y en este estado se localiza en ríos, lagos, mares y en capas del subsuelo, llamadas aguas subterráneas; en estado sólido en las montañas de gran altura y glaciares localizados en el polo Norte y Sur y en estado gaseoso se localiza en la atmósfera.

Las fuentes de agua natural, disponibles en el medio Ambiente, se clasifican en:

Aguas Meteoricas:

Proceden de la atmósfera a través de precipitaciones pluviales que son captadas al llegar a la superficie terrestre en forma de lluvia, a través de áreas expuestas como techos, patios, etc. para luego ser almacenadas en cisternas o depósitos apropiados.

Aguas Superficiales:

Están constituidas por los ríos, riachuelos, lagos, lagunas, embalses, etc. que se han formado tanto por la Topografía del lugar como por el tipo de suelo de la región.

Aguas subterráneas:

Son aquellas que al caer a la superficie terrestre, encuentran un suelo permeable que facilita su filtración y que luego aflora en forma de manantiales. Son localizados en zonas con cavidades conectadas entre sí, que comprenden una zona de saturación y de aireación, separados por el nivel freático.

Todas las fuentes de agua descritas anteriormente, dependen del ciclo hidrológico y por lo tanto cumplen con él, es por ello importante no interrumpirlo.

El Cantón la Pedrera no posee ningún tipo fuente, que se localice dentro de su perímetro, debido a esto se utilizará un pozo mecánico, el cual esta ubicado en las faldas del Cantón La Pedrera.

De acuerdo con la información que posee la Municipalidad, este pozo tiene los siguientes datos:

| | | |
|----|------------------------------|----------------------|
| 1. | Nombre del pozo: | El cenizal |
| 2. | Profundidad total: | 400 pies (121.92 m) |
| 3. | Nivel dinámico: | 250 pies (76.20 m) |
| 4. | Aforo o caudal aprovechable: | 237 GPM (15 lts/seg) |

No se practicó análisis bacteriológico del agua, por motivos de que la fuente que se utilizará, actualmente abastece a otras comunidades como lo es el Cantón Chicué, de lo anterior se determina que al agua a utilizar es potable.

2.2 ESTUDIO DEL DISEÑO HIDRAULICO

En todo acueducto, se deben analizar diferentes factores que intervienen en el proyecto, los cuales son indispensables para que el período de durabilidad de los componentes del sistema, se aprovechen en su totalidad, a efecto de proporcionar un mejor servicio a la comunidad beneficiada.

A continuación se mencionan los parámetros usados en el diseño del proyecto.

2.2.1 PERIODO DE DISEÑO:

El período de diseño de un sistema de abastecimiento, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable; este período variará de acuerdo a:

- La cobertura inicial y la considerada en el período estudiado.
- Crecimiento de la población.
- Capacidad de la administración, operación y mantenimiento.

Según criterio de instituciones como: Instituto de Fomento Municipal I.N.F.O.M y El Fondo de las Naciones Unidas Para La Infancia UNICEF se recomienda que los acueductos se diseñen para un período de 15 a 20 años. Para el diseño de este proyecto se adopta un período de 20 años.

2.2.2 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN:

El crecimiento de la población es afectado por factores como: nacimientos, anexión, muerte y migración. Para obtener la proyección del crecimiento de la población, se pueden utilizar distintos métodos; cada método tiene variaciones. La proyección se hace con base a datos estadísticos de censos de población realizados en el pasado, para el caso del cantón la Pedrera se optó por el método geométrico, debido a que es el que más apto de acuerdo a la información que actualmente se tiene como: población actual, tasa de crecimiento y período de diseño.

Método Geométrico :

$$Pf = Pa (1 + i) ^ n$$

DONDE :

Pf = Población futura
Pa = Población actual

i = Tasa de crecimiento
n = período de diseño

Para obtener el dato de la población actual fue necesario realizar una encuesta, para conocer la cantidad de habitantes, el número de viviendas actuales, etc. La tasa de crecimiento con la que la Municipalidad de Quetzaltenango diseña sus proyectos es de 5.2 % anual, siendo ésta la que se tomó para el proyecto del Cantón la Pedrera.

DONDE: $Pf = Pa (1 + i) ^ n$
Pa = 500 habitantes
i = 5.2 % anual
n = 20 años

Por lo tanto la población futura (Pf) para el año 2,016 es de 1,379 habitantes.

2.2.3 TOPOGRAFIA

Para el diseño de la línea de conducción y de la red de distribución fue necesario hacer levantamientos altimétricos y planimétricos. El método altimétrico utilizado fue: nivelación compuesta debido a que en el terreno se tenían pendientes bastante grandes. El método planimétrico utilizado fue: conservación del azimut. Las libretas de campo se encuentra en el Anexo IV.

2.2.4 DOTACION DE AGUA

Término que se utiliza para designar la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades. Se expresa en litros por habitante por día (lts / hab / día). Instituciones como UNICEF han establecido dotaciones de agua de acuerdo al clima y al área, ya sea urbana o rural. A continuación se muestran las distintas dotaciones que se pueden emplear:

| AREA | CLIMA FRIO | CLIMA TEMPLADO | CLIMA CALIDO |
|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Area rural | 80-90 lts/hab/día | 100 lts/hab/día | 120 lts/hab/día |
| Area urbana | 150 lts/hab/día | 200 lts/hab/día | 250 lts/hab/día |

De acuerdo a lo anterior se estimó una dotación de 150 lts / hab / día, debido a que la población en estudio se encuentra dentro del área urbana y clima predominante frío. Con respecto a la fuente, es suficiente para abastecer la dotación asignada.

2.2.5 FACTORES DE CONSUMO:

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y que varían de una población a otra.

a) Consumo medio diario:

Es la cantidad de agua que consume una población durante un día, obtenida como el promedio de los consumos diarios durante un año. Cuando no se cuentan con registros de consumos diarios para calcular el promedio, se puede calcular el consumo medio diario como la dotación por el número de habitantes futuros, expresada en litros por segundo.

$$Q_m = \frac{\text{Población futura} * \text{dotación}}{86,400 \text{ seg / día}}$$

DONDE: $Q_m = \text{Consumo medio diario en lts / seg}$
 $Q_m = \frac{150 \text{ lts / hab / día} * 1,379 \text{ hab}}{86,400 \text{ seg / día}}$
 $Q_m = 2.394 \text{ lts / seg}$

b) Consumo máximo diario:

Es el máximo consumo de agua durante 24 horas observado durante un año, no tomando en cuenta los gastos causados por incendio. Al no contar con datos de consumos diarios, el caudal máximo diario, se obtiene incrementando en un porcentaje el caudal medio diario. Dicho porcentaje se denomina "Factor de día Máximo", éste varía de acuerdo a la población, los valores más usados oscilan entre 1.50 y 2.00.

Es importante mencionar que el factor de día máximo y el factor de hora máxima, dependen de la población en estudio, puesto que en poblaciones menores de 1000 habitantes un servicio si es significativo, recomendado utilizar un factor alto y para poblaciones mayores de 1000 habitantes un servicio no es significativo, recomendando utilizar un factor bajo.

El consumo máximo diario viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_c = Q_m * f_{dm}$$

DONDE : $Q_c = \text{Consumo máximo diario, caudal que se utiliza para el diseño de la línea de conducción, en lts / seg.}$
 $f_{dm} = \text{Factor de día máximo, para este proyecto se optó por un factor de 1.50 debido a que la población es mayor de 1000 habitantes.}$

$$Q_c = Q_m * \text{Factor de día M\acute{a}ximo}$$

$$Q_c = 2.394 \text{ lts / seg} * 1.50$$

$$Q_c = 3.591 \text{ lts / seg}$$

c) Consumo m\acute{a}ximo horario:

Es el consumo m\acute{a}ximo en una hora del d\acute{a}a, que se obtiene en un periodo de un a\~{n}o. Si no se tienen registros, se obtiene al multiplicar el caudal medio diario por el "el factor de hora m\acute{a}xima", este factor var\~{i}a entre 2.00 y 3.00.

El consumo m\acute{a}ximo horario es utilizado para dise\~{n}ar la red de distribuci3n.

$$Q_d = Q_m * f_{hm}$$

DONDE: Q_d = Consumo m\acute{a}ximo horario o caudal de distribuci3n
 f_{hm} = Factor de hora m\acute{a}xima, de lo anterior se opt3 por un factor de 2, debido a que la poblaci3n es mayor de 1000 habitantes.
 $Q_d = 2.394 \text{ lts / seg} * 2$
 $Q_d = 5.985 \text{ lts / seg}$

Es recomendable, que el dise\~{n}o hidr\acute{a}ulico de la red de distribuci3n se realice tomando en cuenta el caudal instant\~{a}neo y el caudal de distribuci3n, seleccionando el valor m\acute{a}s alto obtenido de ambos c\~{a}lculos.

$$Q_i = 0.15 (N - 1)^{1/2}$$

DONDE: Q_i = Caudal instant\~{a}neo en lts/ seg
 N = N\~{u}mero de viviendas
 $Q_i = 0.15 (182-1)^{1/2}$
 $Q_i = 2.018 \text{ lts / seg}$

d) Factor de gasto:

Es definido como el consumo de agua que se da por vivienda. Con este factor, el caudal de hora m\acute{a}xima se puede distribuir en los tramos de tuber\~{i}as que componen la red de distribuci3n del proyecto a dise\~{n}ar.

$$F.G. = Q_d / \text{No. de viviendas}$$

DONDE: Q_d = Caudal de distribuci3n
 No. de viviendas proyectado
 $F.G. = 5.985 / 182 = 0.0329$

A continuación se muestra una tabla, donde se calcularon los caudales por tramo utilizando el factor de gasto:

$$\text{Caudal por ramal} = \text{F.G.} * \text{No. de viviendas proyectado}$$

| Caudal (lts/seg) | No. de viviendas | | F.G. | Caudal por ramal (lts/seg) |
|------------------|------------------|------------|--------|----------------------------|
| | Actual | Proyectado | | |
| Q1 | 17 | 46.856 | 0.0329 | 1.540 |
| Q2 | 7 | 19.293 | 0.0329 | 0.634 |
| Q3 | 8 | 22.050 | 0.0329 | 0.725 |
| Q4 | 6 | 16.537 | 0.0329 | 0.544 |
| Q5 | 8 | 22.050 | 0.0329 | 0.725 |
| QT1 | 20 | 1.820 | 0.0329 | 1.820 |

2.2.6 LINEA DE CONDUCCION:

Es un conjunto de tuberías forzadas a presión que vienen desde las obras de captación o pozos hasta el tanque de distribución. Dependiendo de la fuentes puede ser por bombeo o por gravedad. Para el Cantón la Pedrera se utilizó una línea de conducción por bombeo debido a que la comunidad se encuentra en un cerro y no cuenta con una fuente cercana.

2.2.6.1 LINEA DE BOMBEO

Es la combinación de motor, bomba y tubería y su uso se hace necesario cuando la fuente de agua a utilizar se encuentra a un nivel más bajo que el de la población a abastecer.

Los factores que intervienen en su diseño son: pérdida de carga por fricción, presión estática, nivel dinámico y otras pérdidas, que sumadas constituyen la carga dinámica total (CDT), el caudal de bombeo y el diámetro de la tubería.

2.2.6.2 CAUDAL DE BOMBEO

El caudal de bombeo depende del período de bombeo que se adopte, este período está comprendido entre 8 y 12 horas diarias, para este proyecto se estimó 8 horas diarias de bombeo, debido a que se tiene estimado utilizar el mismo pozo para otros proyectos de agua potable. Se estima mediante la siguiente expresión:

$$Q_b = (24 \text{ hrs} / T) * Q_c$$

DONDE : Q_c = Caudal de día máximo
 T = No. de horas de bombeo

$$Q_b = (24 \text{ hrs} / 8 \text{ hrs}) * 3.59 \text{ lts / seg}$$

$$Q_b = 10.773 \text{ lts / seg}$$

2.2.6.3 DIAMETRO ECONOMICO

Este es el diámetro que se requiere para poder conducir el agua hacia el tanque de almacenamiento, se deberá elegir con base a una comparación económica al utilizar varios diámetros. Al hacer un análisis económico mensual de bombeo, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

$$\text{Diámetro económico} = D = (1.974 * Q_b / V)^{1/2}$$

DONDE: D = Diámetro económico (plg)
Q_b = Caudal de bombeo (lts/seg)
V = Velocidad del flujo en la tubería (m/seg)

La velocidad debe estar entre 0.60 a 2.00 m/seg, para evitar sedimentación por velocidades muy pequeñas y sobrepresión debido a velocidades altas.

Se deben plantear dos diámetros de acuerdo a las dos velocidades anteriores y ajustarlos si es necesario a diámetros comerciales.

Con las velocidades máximas y mínimas se determina el diámetro económico:

$$\begin{aligned} \text{para } V = 0.60 \text{ m/seg } D &= (1.974 * Q_b / 0.60)^{1/2} \\ D &= (1.974 * 10.773 / 0.60)^{1/2} = 5.95 \text{ ''} \\ \text{para } V = 2.00 \text{ m/seg } D &= (1.974 * Q_b / 2)^{1/2} \\ D &= (1.974 * 10.773 / 2)^{1/2} = 3.26 \text{ ''} \end{aligned}$$

Los diámetros anteriores son ajustados a diámetros comerciales, que son de 3", 4" y 6". Con estos diámetros se puede obtener el costo de la tubería por mes.

2.2.6.4 COSTO MENSUAL

El costo mensual es directamente afectado por la longitud, clase y costo de la tubería.

Para determinar este costo, se utiliza la siguiente expresión:

$$C_t = A * c$$

DONDE :

C_t = Costo de la tubería por mes

c = Costo total de la tubería

A = $r * (r + 1)^n / ((r + 1)^n - 1)$

r = Tasa de interés mensual (utilizando la tasa de los bancos)

n = Período en meses (se debe considerar este período entre 60 a 120 meses)

Se utilizó la longitud real que hay entre el pozo y el tanque de distribución que es de 784.451 m (también se puede hacer con el costo por kilómetro), se tomó como referencia la tasa de interés anual igual al 22%, y se consideraron 10 años (120 meses) como período útil.

El costo por mes se resume en el siguiente cuadro:

| Diámetro | Longitud | Costo / M | Total | A | Costo/mes |
|-------------|----------|-----------|-------------|----------|-----------|
| 3" (250psi) | 274 | Q 22.67 | Q 6,211.58 | 0.018669 | Q 115.96 |
| (160psi) | 511 | Q 15.24 | Q 7,792.75 | 0.018669 | Q 145.48 |
| 4"(250psi) | 274 | Q 37.50 | Q 10,275.00 | 0.018669 | Q 191.82 |
| (160psi) | 511 | Q 25.02 | Q 12,785.22 | 0.018669 | Q 238.69 |
| 6"(250psi) | 274 | Q 81.32 | Q 22,281.68 | 0.018669 | Q 415.98 |
| (160psi) | 511 | Q 54.42 | Q 27,808.62 | 0.018669 | Q 519.16 |

| Diámetro | Costo /mes |
|----------|------------|
| 3" | Q 261.44 |
| 4" | Q 430.51 |
| 6" | Q 935.14 |

Los costos de la tubería fueron hechos según lista de precios para entidades de Gobierno, instituciones descentralizadas y municipalidades.

Luego se calcularon las pérdidas de carga en las tuberías, tomando como referencia la ecuación de Hazen-Williams.

$$H_f = 1743.81141 * (L / D^{4.87}) * (Q / C)^{1.85}$$

| Diámetro | Longitud (m) | Q (lts/seg) | C | Hf (m) |
|----------|--------------|--------------|-----|--------|
| 3 | 784.45 | 10.773 | 150 | 49.72 |
| 4 | 784.45 | 10.773 | 150 | 12.25 |
| 6 | 784.45 | 10.773 | 150 | 1.70 |

Con las perdidas anteriores, se determinó la potencia requerida para elevar el caudal a esta altura.

$$P = Q_b * h / (76 * e)$$

DONDE: P = Potencia (HP)
 Q_b = Caudal de bombeo (lts/seg)
 h = Altura (m)
 e = Eficiencia (%), esta varia entre un 60 a 80 %

Nota: La potencia que se describió anteriormente es para vencer las pérdidas por conducción para distintos diámetros, ahora cuando se determina la potencia necesaria para elevar el agua desde el pozo hasta la descarga, se debe tomar en cuenta otros factores, los que se describen en la sección 2.2.6.7

La eficiencia se consideró igual al 75% y el período de bombeo de 8 horas / día, para efectos de cálculo se debe considerar el período de bombeo por mes que es de 8 horas/día * 30 días/mes = 240 horas/mes. Los resultados se muestran a continuación:

Con la potencia obtenida para los distintos diámetros, se determina el costo de energía / mes.

| Hf (mts) | Diámetro | HP | *kw | kw-h/mes |
|-----------|----------|------|------|----------|
| 49.72 | 3 | 9.40 | 7.05 | 1692.00 |
| 12.25 | 4 | 2.31 | 1.73 | 145.20 |
| 1.70 | 6 | 0.32 | 0.24 | 57.60 |

*1 HP = 0.75 kw

Al sumar el costo de energía por mes y el costo de tubería por mes, se determina el diámetro económico:

Costos totales por mes:

| Diámetro | Longitud (m) | Costo Tubería/mes | kw-h/mes | Costo kw-h | Costo energía/mes | costo total /mes |
|----------|--------------|-------------------|----------|------------|-------------------|------------------|
| 3" | 784.45 | 253.02 | 1692.00 | Q 0.55 | Q 930.60 | Q 1,192.04 |
| 4" | 784.45 | 416.53 | 145.20 | Q 0.55 | Q 79.86 | Q 510.37 |
| 6" | 784.45 | 905.00 | 57.60 | Q 0.55 | Q 31.68 | Q 966.82 |

Con los resultados anteriores se determina que el diámetro económico recomendable es de 4".

2.2.6.5 SELECCION DEL TIPO DE TUBERIA

Para esta selección se debe tomar en cuenta, el caudal que se desea conducir y las presiones que la misma debe resistir, estas presiones se deben a la diferencia de nivel entre el pozo y la descarga y las sobrepresiones producidas por golpe de ariete. Es importante mencionar que generalmente se usa tubería de pvc de 160, 250 y 315 PSI y tubería de hierro galvanizado (hg).

A continuación se muestran las expresiones necesarias para determinar la sobre presión:

2.2.6.6 GOLPE DE ARIETE (Ondas de presión)

En general, las ondas de presión son cualquier desviación del estado hidrostático normal.

Normalmente, se consideran ondas positivas, sin embargo, ondas negativas pueden producirse y causar daños a la tubería.

Las ondas de presión llamadas normalmente golpe de ariete, son generadas en un sistema de tubería por el cambio de velocidad en un líquido en movimiento. Algunas de las causas de golpe de ariete son:

- El abrir y cerrar (total o parcialmente) una válvula.
- Encendido y apagado de una bomba.
- Cambio de velocidad de una bomba.
- Cambios en la elevación de una cisterna.
- Acción de onda en la cisterna.
- Separación de columnas de líquido.
- Aire atrapado.

Para calcular el golpe de ariete y obtenerlo en metros columna de agua (m.c.a.) se emplean las siguientes fórmulas:

$$a = 1420 / (1 + ((K * Di) / (E * T)))$$

DONDE : a = Celeridad de onda (m / seg)
 1420 = Velocidad del sonido en el agua
 E = Módulo de elasticidad de la tubería, para pvc = $3 \cdot 10^4$ kg/cm²
 T = Espesor del tubo (mm)
 K = Módulo de compresión del fluido ($2.70 \cdot 10^4$ kg/cm²)
 Di = Diámetro interno (mm)

$$AP = a \cdot V / g$$

DONDE : AP = Sobre presión en (m.c.a.)
 V = Velocidad del flujo en servicio, $V = 1.974 * Qb / D^2$
 g = Gravedad = 9.81 m / seg²

Se analiza la tubería de 250 PSI y de 160 PSI, por fines prácticos se utilizará la sobre presión mayor generada por una de las tuberías, la sobre presión expresada en metros columna de agua (m.c.a.) se determina así:

Para tubería de 4" de 250 PSI

$$a = 1420 / (1 + ((2.07 \cdot 10^4)(110.84)) / (3 \cdot 10^4)(6.73))$$
$$a = 114.84 \text{ m/seg}$$
$$V = 1.974 \cdot Q_b / D^2 = 1.974 \cdot 10.773 / 16 = 1.33 \text{ m/s}$$
$$A_p = a \cdot V / g = 114.84 \cdot 1.33 / 9.81 = 15.56 \text{ m.c.a.}$$

Para tubería de 4" de 160 PSI

$$a = 1420 / (1 + ((2.07 \cdot 10^4)(105.51)) / (3 \cdot 10^4)(4.39))$$
$$a = 80.75 \text{ m/seg}$$
$$V = 1.974 \cdot Q_b / D^2 = 1.974 \cdot 10.773 / 16 = 1.33 \text{ m/s}$$
$$A_p = a \cdot V / g = 80.75 \cdot 1.33 / 9.81 = 10.94 \text{ m.c.a.}$$

Se utiliza una sobre presión de 15.56 m.c.a. de la tubería de 250 PSI. La Presión total en la tubería se determina de la siguiente manera.

| | |
|---|-------------------------|
| Diferencia entre la boca del pozo y la descarga | = 109.54 m |
| Perdidas por conducción | = 12.25 m |
| Carga por velocidad | = 0.09 m |
| Perdidas menores | = 0.74 m |
| Sobre presión (A_p) | = 15.56 m |
| Altura total | = 138.18 m = 196.49 PSI |

196.46 PSI es mayor a 160 PSI, entonces habrá que determinar cuánto resiste la tubería de 160PSI y cuánto le corresponde a 250 PSI. De acuerdo a lo anterior se determinó 511 m de tubería de 160 PSI y 274 m de tubería de 250 PSI.

2.2.6.7 DETERMINACION DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Para determinar la potencia de la bomba se requiere la siguiente información:

1. Nivel dinámico del pozo
2. Altura entre el sello sanitario y el tanque de distribución
3. Chequeo por velocidad:

$$V = Q_b / A = 4 \cdot Q_b / \pi \cdot D^2 = 1.974 \cdot Q_b / D^2$$

DONDE : Q_b = Caudal de bombeo en lts /seg
 D = Diámetro en plg

4. Perdidas por conducción, por velocidad y menores:

Pérdidas por conducción (por Hazen-williams)
 $H_f = 1743.81141 \cdot (L / D^{4.87}) \cdot (Q / C)^{1.85}$

Pérdidas por velocidad = $(V^2) / (2 \cdot g)$
DONDE : V = Velocidad (m/seg.)
 g = Gravedad (9.81 m/ seg.²)

Pérdidas menores = $(8.2 * V^2) / (2 * g)$
 DONDE : V = Velocidad (en m /seg.)
 g = Gravedad (9.81 m / seg.²)

Chequeo por velocidad = $1.974 * (Q \text{ bombeo} / D^2) = 1.974 * (10.773 / 4^2) = 1.33 \text{ m/seg}$, se considera como buena, debido a que está dentro del rango permisible. A continuación se muestran las pérdidas:

| | metros | pies |
|---|---------------|---------------|
| Nivel dinámico | 76.20 | 250.00 |
| Altura de boca del pozo a descarga | 109.54 | 359.38 |
| Pérdidas por conducción | 12.25 | 40.19 |
| Carga por velocidad | 0.09 | 0.29 |
| Pérdidas menores | 0.74 | 2.42 |
| CDT Carga dinámica total | 198.82 | 652.30 |

Con la Carga dinámica total, el caudal de bombeo y la eficiencia, se puede calcular la potencia de la bomba:

$$P = (Q_b * CDT) / (75 * e)$$

DONDE:

- P = Potencia (HP)
- Q_b = Caudal de bombeo (lts / seg)
- CDT = Carga dinámica total (m)
- e = Eficiencia 75%

$$P = (10.773 * 198.52) / (75 * 0.75)$$

$$P = 38.02 \text{ HP} = 40 \text{ HP}$$

Para las condiciones de bombeo, se recomienda que la temperatura del agua del pozo no sobrepase los 55°C, esto debido a que en la región de Quetzaltenango hay lugares en donde existen aguas termales, para el caso del pozo el Cenizal se tienen registros de que el agua en el pozo tiene una temperatura promedio 20 °C. La presión atmosférica es de 0.774 milibars a 2,333 metros sobre el nivel del mar.

Se recomienda utilizar una bomba sumergible con las características siguientes:

1 Bomba sumergible, modelo 66C40176 de 14 etapas; impulsores de bronce, tazones de HF; rendimiento de 180 GPM con 660 pies de CDT y 75 % de eficiencia; acoplada directamente a un motor electrosumergible, trifásico de 480 voltios, 3450 revoluciones por minuto.

1 Interruptor de seguridad general tipo switch de cuchillas 3 x 100 A 600V con fusibles.

1 Interruptor de seguridad para tablero.

- 1 Arrancador magnético para 40 HP 90A 480 voltios, de disparo rápido con protección térmica.
- 1 Botonera de pare y arranque.
- 1 Guardanivel para pozo, de 480 voltios, con dos electrodos.
- 1 Protector de fases tipo guardamotor, con tres fusibles.
- 1 Pararrayos trifásico de 600 A.
- 1 Gabinete metálico para controles eléctricos tipo intemperie, de doble fondo y puerta frontal con cerradura.
- 300 Pies de cable sumergido No.6/3 de doble forro.
- 300 Pies de cable porta electrodos.
- 14 tubos HG de 4" x 20' tipo mediano con coplas.
- 1 Válvula de cheque vertical de 4'.
- 1 Niple pesado de 4" x 8".
- 1 Collarín de soporte de 4".
- 1 Sello sanitario de 4" x 8".
- 1 Manifold de descarga HG de 4", incluye: tee, tapón macho, unión universal y 3 niples.
- 1 Válvula de compuerta de 4".
- 1 Válvula de cheque horizontal.
- 1 Kit de material de empalme y amarre.

2.2.7 RED DE DISTRIBUCION

Es un sistema de tuberías unidas entre sí, las que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor. Por la forma y principio hidraulico de diseño de las redes pueden ser:

Red Ramificada o abierta: es la que se construye en forma de árbol. Se recomienda cuando la población es dispersa.

Red en forma de malla: las tuberías forman circuitos cerrados estando intercomunicadas. Técnicamente funcionan mejor que la red ramificada, eliminando los extremos muertos, permitiendo la circulación del agua.

Para el de cálculo de ramales abiertos se utiliza la formula de Hazen-Williams aplicando algunos criterios que instituciones como el INFOM y UNICEF utilizan.

Presiones y velocidades :

Es importante analizar las presiones y velocidades en los ramales de la red de distribución. Lo referente a presiones, se mide normalmente en metros columna de agua donde: 1 m.c.a. = 1.422 lbs / plg² (PSI). Las presiones máximas en la red de distribución no deben de sobrepasar los 60 m.c.a. de presión estática, equivalente a 90 psi, para evitar que se rompan los accesorios por la alta presión.

Las velocidades para evitar sedimentación y sobrepresión en la tubería deben estar entre 0.60 a 2.00 m / seg.

La red de distribución se optó por diseñarla como una red ramificada o abierta, en el cálculo se utilizó la ecuación de Hazen-Williams.

Ejemplo de cálculo de un ramal (Est. 13' a Est. 5)

F.G. = 0.0329

No. de viviendas = 55 viv (este dato es de viviendas proyectadas)

Qd = 1.81 lts/seg

CIT= Cota inicial del terreno = 1,109.454 m

CFT= Cota final del terreno = 1,053.631 m

H = Cota inicial del terreno - Cota final del terreno = 54.823m

C = Coeficiente de rugosidad, depende de la tubería en estudio, C= 150 para pvc.

Longitud horizontal incrementada en un 2% = 333.80m + 2 % = 338.44 m

$$H_f = 1743.81141 * (L / D^{4.87}) * (Q / C)^{1.85}$$

De esta expresión se despeja D que sería el diámetro teórico, así:

$$D = \sqrt[4.87]{1743.81141 * (L / H) * (Q / C)^{1.85}}$$

La forma de determinar el diámetro, se muestra en el siguiente cuadro:

| Tramo | Long. (m) | CIT (m) | CFT (m) | H (m) | Q (lts/seg) | C | De (plg) |
|---------------|-----------|-----------|----------|--------|-------------|-----|----------|
| E-13'a E-5 | 338.44 | 1,109.454 | 1053.631 | 55.823 | 1.810 | 150 | 1.25 |

| Diámetro comercial (plg) | Long.(m) | Q (lts/seg) | C | Hf (m) |
|--------------------------|----------|-------------|-----|--------|
| 1 | 338.44 | 1.81 | 150 | 166.70 |
| 1.50 | 338.44 | 1.81 | 150 | 23.14 |

Como se puede observar el diámetro adecuado para este tramo es de 1.5 plg. debido a que las pérdidas no sobrepasan 55.823 m.

La presión en este tramo se calcula así:

1 m.c.a. = 1.422 psi, entonces 54.823 m.c.a = 77.95 psi, por lo que utilizamos tubería de 160 psi.

A continuación se muestra un cuadro, indicando los diámetros utilizados por ramal:

| Tramo | Long. m | Q lts/seg | D plg | Hf m | C | Cota del terreno | | Cota piezométrica | |
|----------------|------------|--------------|----------|---------|-----|------------------|------------|-------------------|------------|
| | | | | | | Inicial m | Final m | Inicial m | Final m |
| E-13'a E-25 | 467.130 | 4.168 | 3 | 5.110 | 150 | 1109.454 | 1042.427 | 1109.454 | 1104.344 |
| E-25 a E-33 | 217.740 | 1.994 | 3 | 0.609 | 150 | 1042.407 | 1079.347 | 1104.344 | 1103.735 |
| E-33 a E-37 | 73.542 | 0.544 | 3 | 1.860 | 150 | 1079.347 | 1081.580 | 1103.735 | 1100.960 |
| E-33 a E-34 | 64.500 | 0.725 | 3 | 2.775 | 150 | 1079.347 | 1081.580 | 1103.735 | 1100.960 |
| E-25 a E-29 | 67.922 | 0.634 | 1 | 4.804 | 150 | 1042.427 | 1032.177 | 1104.344 | 1099.074 |
| E-13'a E-5 | 388.440 | 1.820 | 1 1/2 | 23.380 | 150 | 1109.454 | 1053.631 | 1109.454 | 1089.074 |

Los resultados anteriores se encuentran en el Anexo VIII, hojas 1, 2 y 3.

2.2.7.1 TANQUE DE DISTRIBUCION:

Son unidades destinadas a compensar las variaciones horarias de caudal y garantizar la alimentación de la red de distribución, en casos de emergencia o cuando un equipo de bombeo trabaja unas cuantas horas diariamente, proveyendo el agua necesaria para el mantenimiento de presiones en la red de distribución.

Dependiendo de su configuración y su posición con relación a la red, pueden ser clasificados en: enterrados, semienterrados, superficiales y elevados.

En ausencia de información sobre variaciones en el consumo es recomendable emplear los siguientes valores para determinar la capacidad del tanque:

a) Para sistemas por gravedad se recomienda un volumen equivalente al 25 % del caudal medio diario.

b) Para sistemas por bombeo se recomienda un volumen del 30 % al 40 % del caudal medio diario. Para El Cantón La Pedrera se optó por un volumen del 35% de caudal medio diario.

$$\text{Volumen} = 35 \% Q_m$$

$$\text{Volumen} = 0.35 (150 \text{ lts} / \text{hab} / \text{día} * 1379 \text{ hab}) / (1000 \text{ lts} / \text{m}^3)$$

$$\text{Volumen} = 72.39 \text{ m}^3$$

Este volumen se ajusta a medidas exactas y queda de 5.80 m * 5.80 m

$$* 2.20 \text{ m} = 74 \text{ m}^3.$$

2.2.7.2. DISEÑO DEL TANQUE DE DISTRIBUCION

Ya que se tiene dimensionado el tanque, es importante determinar el material que será empleado para su construcción, puede construirse de mampostería reforzada, concreto ciclópeo, acero, etc. Para el caso del Cantón la Pedrera, se optó por utilizar el material local predominante, como lo es piedra, por lo que será construido de concreto ciclópeo (paredes y piso) y concreto reforzado (techo). La losa de techo es reforzada con varillas No.3, espaciadas a cada 15 cm, se le integró un viga transversal en el centro, trabajando así como dos losas en dos sentidos (el método utilizado para el cálculo y diseño de las losas es el método 3 del American Concrete Institute).

El tanque será semienterrado, esto de acuerdo a que el suelo donde se tiene planificado la construcción es material rocoso. Al ser un tanque semienterrado la condición crítica de diseño es cuando el tanque se encuentra completamente lleno.

El diseño del tanque consiste en verificar las presiones que se ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo.

Datos:

$$\delta_{\text{suelo}} = 1,600 \text{ kg/m}^3$$

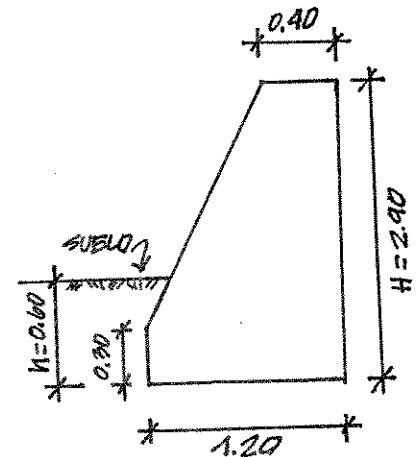
$$\delta_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$\delta_{\text{agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ \text{ (ángulo de fricción interna)}$$

$$\text{V.S.} = 15,000 \text{ kg/m}^2 \text{ (valor soporte del suelo)}$$

$$u = \text{tg} (2 \phi / 3) = 0.40 \text{ (factor de deslizamiento)}$$



Cálculo de sobre carga:

$$t = \text{espesor de losa} = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{Carga muerta} = 2,400 * t = 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Pañuelos y Acabados (PA)} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta} = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio viga lateral} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.20 \text{ m} * 0.30 \text{ m} = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$w = \text{C.M} + \text{PA} + \text{C.V.}$$

C.M = Carga muerta, C.V = Carga viva, PA = pañuelos

$$w = 300 + 60 + 100 = 460 \text{ kg/m}^2$$

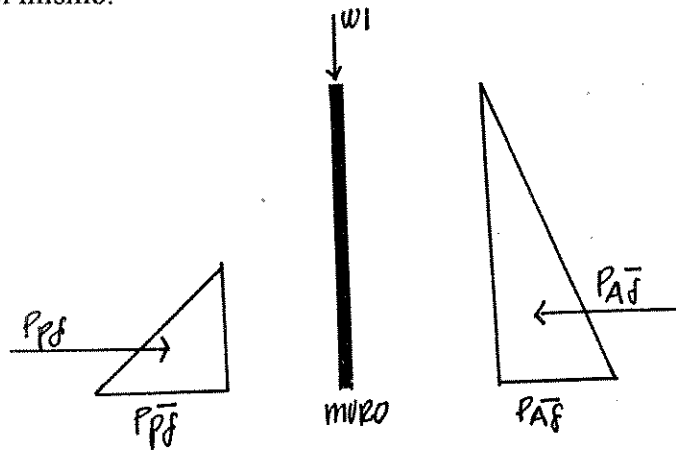
$$w_1 = 460 \text{ kg/m}^2 * 6.40 \text{ m} + 144 \text{ kg/m} = 604 \text{ kg/m}$$

Los coeficientes de empuje activo y pasivo serán:

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}, \quad K_a = 1/3$$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}, \quad K_p = 3$$

A continuación se muestra un diagrama de cuerpo libre del muro, donde se muestran las presiones sobre el mismo:



- Presiones horizontales a una profundidad h del muro:

$$P_{p\delta} = K_p * \delta_{\text{suelo}} * h = 3 * 1600 * 0.60 = 2,888 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{a\delta} = K_a * \delta_{\text{agua}} * H = 1/3 * 1000 * 2.90 = 966.67 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de las cargas totales de los diagramas de presión, se calculan como el área del diagrama de presiones actuantes en su centroide:

$$P_{p\delta} = 1/2 * P_{p\delta} * h = 1/2 * 2,888 * 0.60 = 866.40 \text{ kg/m}^2$$

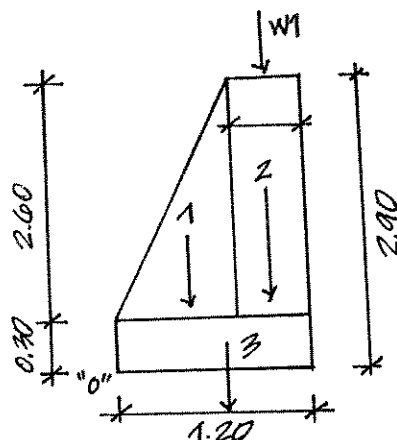
$$P_{a\delta} = 1/2 * P_{a\delta} * H = 1/2 * 966.67 * 2.90 = 1,401.67 \text{ kg/m}^2$$

- Momentos al pie del Muro :

$$M_{p\delta} = P_{p\delta} * h / 3 = 866.40 * 0.60 / 3 = 173.28 \text{ kg-m/m}$$

$$M_{a\delta} = P_{a\delta} * H / 3 = 1,401.67 * 2.90 / 3 = 1,354.95 \text{ kg-m/m}$$

Se divide geoméricamente la Sección transversal del muro, como se muestra en la figura, se calcula el peso por unidad lineal en el sentido longitudinal y el momento total que produce el peso, respecto al punto "o".



| Figura | Area (m ²) | dconcreto (kg/m ³) | W (kg/m) | Brazo (m) | Momento (kg-m/m) |
|--------|------------------------|--------------------------------|----------|-----------|------------------|
| 1 | 1.04 | 2,400 | 2,496 | 0.53 | 1,322.88 |
| 2 | 1.04 | 2,400 | 2,496 | 1.00 | 2,496.00 |
| 3 | 0.36 | 2,400 | 864 | 0.60 | 518.40 |
| w1 | | | 604 | 1.00 | 604.00 |

$$\Sigma W = 6,460$$

$$\Sigma M = 4,941.28$$

- Chequeo de estabilidad contra volteo :

$$F_{sv} = \Sigma MR / \Sigma M_{act} = (M_{pd} + M_w) / (M_{ad})$$

F_{sv} debe ser mayor que 1.50, que es el factor de seguridad de volteo.

$$F_{sv} = (173.28 + 4,941.28) / (1,354.95) = 3.77$$

F_{sv} = 3.77 > 1.50, el factor de seguridad de volteo si chequea.

- Chequeo de estabilidad contra deslizamiento:

$$F_{s\delta} = \Sigma F_r / \Sigma F_{act} = (P_{p\delta} + u \cdot W) / (P_{a\delta})$$

$$F_{s\delta} = (866.40 + 0.40 \cdot 6,460) / (1,401.67)$$

F_{sδ} debe ser mayor que 1.50, que es el factor de seguridad de deslizamiento.

F_{sδ} = 2.41 > 1.50, el factor de seguridad contra deslizamiento si chequea.

- Chequeo de presión máxima bajo la base del muro:

Donde la excentricidad $e = L/2 - a$

$$a = \frac{\Sigma M_o}{W}$$

$$a = (M_{p\delta} + M_w - M_{a\delta}) / (W)$$

$$a = (173.28 + 4941.28 - 1,354.95) / (6460)$$

a = 0.58, 3a > L entonces 3*0.58=1.74 > 1.20, entonces no existen presiones negativas

excentricidad = $e = L/2 - a$, e = 0.02

- Presiones en el terreno:

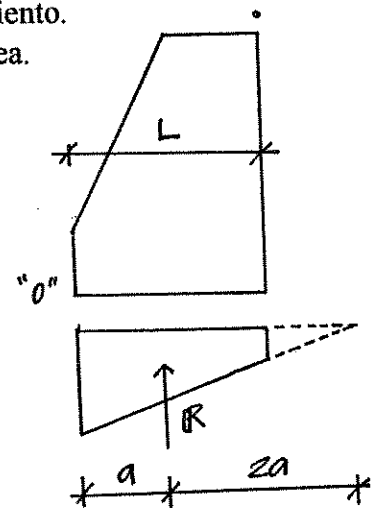
$$q = (W / L * b) \pm (W * e) / S$$

$$\text{Donde } S = 1/6 * L^2$$

$$q = 5,383.34 \pm 538.34$$

$$q_{\max} = 5,921.68 \text{ kg/m}^2 < V.S = 15,000 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\min} = 4,845 \text{ kg/m}^2 > 0, \text{ para que no existan presiones negativas.}$$



2.2.8 VALVULAS

2.2.8.1. VALVULA DE ALIVIO

Esta válvula sirve para dar solución a los típicos problemas asociados con las válvulas de alivio a resorte en las que se produce un constante desajuste, que producen las fugas y exagerados ajustes de presión. Al colocar esta válvula de alivio se puede hacer un ajuste exacto de las presiones sin variaciones y apertura a capacidad total, aun para aumentos mínimos de presión en la tubería. Las válvulas de alivio se colocaron en la línea de conducción y red de distribución.

2.2.8.2. VALVULA DE CONTROL DE BOMBA

Esta es una válvula que ofrece tres funciones principales: Resolver problemas creados durante el arranque de la bomba, Resolver problemas creados durante el paro de bomba y servir como válvula de retención (Check) rápida en el lado de descarga de la bomba, ahorrando la instalación de otra válvula especial para esta función. Esta válvula se colocó en la salida de la línea de conducción.

2.2.8.3. VALVULAS DE AIRE

Estas válvulas son para liberar grandes cantidades de aire en las tuberías y para admitir aire dentro de la tuberías durante el drenaje de las mismas y evitar daños a causa del vacío. Estas válvulas fueron colocadas en la red de distribución y la línea de conducción.

2.2.8.4 VALVULAS DE LIMPIEZA

Estas válvulas se utilizan para dejar salir el agua de la tubería y así poder eliminar los sedimentos o pequeñas partículas de arena, esta válvula se colocó en el punto más bajo de la red de distribución.

2.2.9 INTEGRACION DEL PRESUPUESTO PARA EL CANTON LA PEDRERA

1. MATERIALES:

- El precio de las tuberías y accesorios de PVC son según Contrato Abierto No 482-96, para las distintas dependencias del Estado, entidades descentralizadas autónomas o semi-autónomas, municipalidades y empresas públicas estatales y municipales.
- El precio de hierro, madera, clavos, piedrín, arena de río, etc., son también con precios para la Municipalidad de Quetzaltenango.

- Para el tanque de distribución se utilizará piedra proveniente de la misma comunidad.

2. MANO DE OBRA:

- La mano de obra para la integración del presupuesto del sistema de agua potable al Cantón La Pedrera, fue estimado de acuerdo a los rendimientos de mano de obra, registrados en los trabajos realizados por la Municipalidad de Quetzaltenango.

- Las prestaciones laborales también fueron estimadas.

- Los precios de mano de obra son los que maneja la Municipalidad de Quetzaltenango.

- Se estimaron fontaneros para la colocación de la tubería y para las válvulas.

3. EQUIPO:

- Consistente en una bomba sumergible, incluye el transporte de equipo hasta la ciudad de Quetzaltenango, traslado de grúa, montaje y desmontaje, servicio de grúa para instalación, empalmes, amarres y pruebas que fueran necesarias.

- Válvulas de aire, de alivio, de control de bomba. Los precios incluyen el transporte hasta la ciudad de Quetzaltenango.

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
MATERIALES DEL TANQUE DE DISTRIBUCION.
CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| 1 | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo/U (Q) | Total /(Q) |
|---|----------------------------|----------------|----------|-------------|------------------|
| | Cemento | Sacos | 331 | 24.50 | 8,109.50 |
| | Arena de río | m ³ | 22 | 45.00 | 990.00 |
| | Piedrín | m ³ | 22 | 100.00 | 2,200.00 |
| | Piedra bola | m ³ | 50 | 100.00 | 5,000.00 |
| | Hierro de 1/2" de 20' | varillas | 12 | 18.67 | 224.04 |
| | Hierro de 3/8" de 20' | varillas | 177 | 9.40 | 1,663.80 |
| | Hierro de 1/4" de 20' | varillas | 22 | 3.85 | 84.70 |
| | Válvula de compuerta de 4" | unidad | 1 | 579.25 | 579.25 |
| | Válvula de compuerta de 3" | unidad | 1 | 339.15 | 339.15 |
| | Alambre de amarre | lbs | 13 | 2.25 | 29.25 |
| | Clavos de 3" | lbs | 3 | 2.25 | 6.75 |
| | Clavos de 2 1/2" | lbs | 3 | 2.25 | 6.75 |
| | Tablas de 1" * 12" * 9' | unidad | 54 | 20.00 | 1,080.00 |
| | Parales de 3" * 3" * 9' | unidad | 22 | 15.18 | 339.96 |
| | Tubos pvc de 3" de 160 psi | unidad | 1 | 91.40 | 91.40 |
| | Tubos pvc de 4" de 160 psi | unidad | 3 | 150.16 | 450.48 |
| | Codo de 45° pvc de 4" | unidad | 1 | 52.15 | 52.15 |
| | Codo de 90° pvc de 4" | unidad | 4 | 40.02 | 160.08 |
| | Sifón pvc de 4" | unidad | 2 | 86.15 | 172.30 |
| | Adaptador hembra pvc de 3" | unidad | 1 | 13.07 | 13.07 |
| | Adaptador macho pvc de 4" | unidad | 4 | 19.38 | 77.52 |
| | Pichacha plástica | unidad | 1 | 50.00 | 50.00 |
| | Candado para intemperie | unidad | 2 | 66.00 | 132.00 |
| | Pintura anticorrosiva | galón | 1 | 60.00 | 60.00 |
| | SUB-TOTAL | | | | 21,906.15 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
MATERIALES DE LA LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION.
CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO

| 2 | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo/U (Q) | Total /(Q) |
|------------------|-------------------------------|--------|----------|-------------|------------------|
| | LINEA DE CONDUCCION | | | | |
| | Tubo pvc de 160 psi de 4" | unidad | 86 | 150.16 | 12,913.76 |
| | Tubo pvc de 250 psi de 4" | unidad | 47 | 225.02 | 10,575.94 |
| | Codo de 45° de 4" | unidad | 1 | 52.15 | 52.15 |
| | Válvula de compuerta de 4" | unidad | 1 | 579.25 | 579.25 |
| | Tangit | galón | 3 | 213.00 | 639.00 |
| SUB-TOTAL | | | | | 24,814.10 |
| | RED DE DISTRIBUCION | | | | |
| | Tubo pvc de 160 psi de 3" | unidad | 140 | 91.40 | 12,796.00 |
| | Tubo pvc de 160 psi de 1 1/2" | unidad | 62 | 26.73 | 1,657.26 |
| | Tubo pvc de 160 psi de 1" | unidad | 14 | 15.08 | 211.12 |
| | Codo de 90° pvc de 3" | unidad | 6 | 22.28 | 133.68 |
| | Codo de 45° pvc de 3" | unidad | 9 | 28.88 | 259.92 |
| | Codo de 45° pvc de 1 1/2" | unidad | 1 | 5.54 | 5.54 |
| | Codo de 90° pvc de 1" | unidad | 2 | 2.07 | 4.14 |
| | Yee pvc de 3" | unidad | 1 | 18.57 | 18.57 |
| | Tee pvc de 3" | unidad | 1 | 36.64 | 36.64 |
| | Reducidor pvc de 3" a 1" | unidad | 1 | 13.03 | 13.03 |
| | Válvula de compuerta de 3" | unidad | 2 | 339.15 | 678.30 |
| | Válvula compuerta de 1 1/2" | unidad | 1 | 74.50 | 74.50 |
| | Válvula de compuerta de 1" | unidad | 1 | 37.00 | 37.00 |
| SUB-TOTAL | | | | | 15,925.70 |
| TOTAL | | | | | 40,685.80 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
MATERIALES PARA TRES LLENAS CANTAROS.
CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| 3 | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo/U (Q) | Total (Q) |
|------------------|-------------------------------|----------------|----------|-------------|---------------|
| | Cemento | sacos | 6 | 24.50 | 147.00 |
| | Arena de río | m ³ | 0.50 | 45.00 | 22.50 |
| | Piedrín | m ³ | 0.50 | 100.00 | 50.00 |
| | Piedra bola | m ³ | 0.60 | 100.00 | 60.00 |
| | Tablas de 1" * 12" * 9' | unidad | 20 | 20.00 | 400.00 |
| | Clavos de 3" | lbs | 1.50 | 2.25 | 3.38 |
| | Codo pvc de 90° de 1/2" | unidad | 3 | 0.59 | 1.77 |
| | Adaptador macho de 1/2" | unidad | 6 | 0.48 | 2.88 |
| | Codo pvc 90° c/rosca 1/2" | unidad | 3 | 0.65 | 1.95 |
| | Copla hg de 1/2" | unidad | 3 | 2.00 | 6.00 |
| | Llave de chorro de 1/2" | unidad | 3 | 7.69 | 23.07 |
| | Válvula de globo de 1/2" | unidad | 3 | 20.00 | 60.00 |
| | Tubo pvc de 1/2" 315 psi | unidad | 3 | 9.58 | 28.74 |
| | Tubo pvc de 1" de 160 psi | unidad | 1 | 15.08 | 15.08 |
| | Tee reductora de 1" a 1/2" | unidad | 1 | 3.87 | 3.87 |
| | Tee reductora de 1 1/2 a 1/2" | unidad | 1 | 7.42 | 7.42 |
| | Tee reductora de 3" a 1/2" | unidad | 1 | 42.22 | 42.22 |
| | Solvente pvc | 1/4 gl | 1 | 57.80 | 57.80 |
| | Permatex 170 gr. | pomo | 0.20 | 22.00 | 4.40 |
| SUB-TOTAL | | | | | 938.08 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
MATERIALES DE 15 CAJAS DE VALVULAS.
CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| 4 | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo/U(Q) | Total(Q) |
|---|--------------------------|----------------|----------|------------|-----------------|
| | Cemento | sacos | 44 | 24.50 | 1,078.00 |
| | Arena de río | m ³ | 3.50 | 45.00 | 157.50 |
| | Piedrín | m ³ | 2 | 100.00 | 200.00 |
| | Piedra bola | m ³ | 7.50 | 100.00 | 750.00 |
| | Tabla de 1" *12" * 9' | unidad | 15 | 20.00 | 300.00 |
| | Parales de 3" *3" *9' | unidad | 12.50 | 15.18 | 189.75 |
| | Clavos de 3" | lbs | 22.50 | 2.25 | 50.63 |
| | Alambre de amarre | lbs | 20.50 | 2.25 | 46.13 |
| | Hierro de 1/2" de 20' | varillas | 6 | 18.67 | 104.73 |
| | Hierro de 3/8" de 20' | varillas | 15 | 9.40 | 141.00 |
| | Hierro de 1/4 " de 20' | varillas | 15 | 3.85 | 54.75 |
| | Candados para intemperie | unidad | 15 | 66.00 | 990.00 |
| | SUB-TOTAL | | | | 4,062.49 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
VALVULAS.

| 5 | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo/U(Q) | Total(Q) |
|---|-------------------------------|--------|----------|------------|------------------|
| | Válvula golpe de ariete | unidad | 1 | 12,993.00 | 12,993.00 |
| | Válvula reg. de presión | unidad | 2 | 3,599.00 | 7,198.00 |
| | Válvula de aire metálica | unidad | 1 | 488.00 | 488.00 |
| | Válvula de aire plast. y met. | unidad | 5 | 396.50 | 1,82.50 |
| | Válvula de alivio | unidad | 1 | 4,697.00 | 4,697.00 |
| | Válvula de limpieza | unidad | 1 | 236.35 | 236.35 |
| | SUB-TOTAL | | | | 27,594.85 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
 MATERIALES PARA CONEXIONES DOMICILIARES.
 CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| 6 | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo/U(Q) | Total (Q) |
|------------------|--------------------------------|--------|----------|------------|-----------------|
| | Tubo pvc 315 psi de 1/2" | unidad | 66 | 9.58 | 632.28 |
| | Tee reductora de 3" a 1/2" | unidad | 40 | 42.22 | 1,688.80 |
| | Tee reductora de 1 1/2" a 1/2" | unidad | 6 | 7.42 | 44.52 |
| | Tee reductora de 1" a 1/2" | unidad | 20 | 8.87 | 177.40 |
| | Codo de 90° con rosca de 1/2" | unidad | 66 | 1.35 | 89.10 |
| | Codo de 90° pvc de 1/2" | unidad | 66 | 0.59 | 38.94 |
| | Copla hg de 1/2"-2" | unidad | 66 | 1.50 | 99.00 |
| | Niple hg de 1/2"-2" | unidad | 66 | 3.00 | 198.00 |
| | Niple pvc de 1/2"-2" | unidad | 66 | 2.00 | 132.00 |
| | Válvula de globo | unidad | 66 | 20.00 | 1,320.00 |
| | Chorro con rosca de 1/2" | unidad | 66 | 7.69 | 507.54 |
| | Tangit | galón | 0.50 | 115.60 | 115.60 |
| SUB-TOTAL | | | | | 5,043.18 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
 VALVULAS DE LIMPIEZA.
 CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo/U(Q) | Total(Q) |
|------------------|-----------------------------|--------|----------|------------|---------------|
| | Válvula de compuerta de 2" | unidad | 1 | 113.62 | 113.62 |
| | Tubería pvc de 2" (drenaje) | unidad | 1 | 41.75 | 41.75 |
| | Tee reductora de 3" a 2" | unidad | 1 | 42.22 | 42.22 |
| | Adaptador macho pvc de 2" | unidad | 2 | 19.38 | 38.76 |
| SUB-TOTAL | | | | | 236.35 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
 MANO DE OBRA DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE.
 CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| | DESCRIPCION | Unidad | Cantidad | PU/Día/Hom | Total (Q) |
|----------|----------------------------------|------------|----------|------------|-------------------|
| 1 | TANQUE DE DISTRIBUCION | | | | |
| | 5 albañiles | DíasHombre | 60 | 30.00 | 9,000.00 |
| | 10 ayudantes | DíasHombre | 60 | 25.00 | 15,000.00 |
| | 1 fontanero | DíasHombre | 8 | 30.00 | 240.00 |
| | SUB-TOTAL | | | | 24,240.00 |
| 2 | CONDUCCION Y DISTRIBUCION | | | | |
| | 2 albañiles | DíasHombre | 40 | 30.00 | 2,400.00 |
| | 20 ayudantes | DíasHombre | 40 | 25.00 | 20,000.00 |
| | 2 fontaneros | DíasHombre | 40 | 30.00 | 2,400.00 |
| | SUB-TOTAL | | | | 24,800.00 |
| 3 | LLENACANTAROS | | | | |
| | 3 albañiles | DíasHombre | 2 | 30.00 | 180.00 |
| | 6 ayudantes | DíasHombre | 2 | 25.00 | 300.00 |
| | SUB-TOTAL | | | | 480.00 |
| 4 | CAJA DE VALVULAS | | | | |
| | 3 albañiles | DíasHombre | 7 | 30.00 | 630.00 |
| | 6 ayudantes | DíasHombre | 7 | 25.00 | 1,050.00 |
| | 2 fontaneros | DíasHombre | 7 | 30.00 | 420.00 |
| | SUB-TOTAL | | | | 2,100.00 |
| 6 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | |
| | 2 albañiles | DíasHombre | 22 | 30.00 | 1,320.00 |
| | 10 ayudantes | DíasHombre | 22 | 25.00 | 5,500.00 |
| | 2 fontaneros | DíasHombre | 22 | 30.00 | 1,320.00 |
| | SUB-TOTAL | | | | 8,140.00 |
| | SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | 59,760.00 |
| | PRESTACIONES 75% | | | | 44,820.00 |
| | TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | 104,580.00 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
 RESUMEN DE MANO DE OBRA
 CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| | | |
|---|------------------------------|---------------------|
| 1 | Tanque de distribución | Q 24,240.00 |
| 2 | Conducción y distribución | Q 24,800.00 |
| 3 | Llenacántaros | Q 480.00 |
| 4 | Caja de válvulas | Q 2,100.00 |
| 6 | Conexiones domiciliars | Q 8,140.00 |
| | SUB-TOTAL | Q 59,760.00 |
| | PRESTACIONES 75 % | Q 44,820.00 |
| | TOTAL DE MANO DE OBRA | Q 104,580.00 |

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
 RESUMEN DE MATERIALES.
 CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| | | |
|---|--------------------------------------|---------------------|
| 1 | Tanque de distribución | Q 21,906.15 |
| 2 | Tubería de conducción y distribución | Q 40,685.80 |
| 3 | Llenacántaros | Q 938.08 |
| 4 | Caja de válvulas | Q 4,062.49 |
| 5 | Válvulas | Q 27,594.85 |
| 6 | Conexiones domiciliars | Q 5,053.18 |
| 7 | Bomba | Q 63,370.00 |
| | TOTAL DE MATERIALES | Q 163,610.55 |

COSTO TOTAL

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| MANO DE OBRA | Q 104,580.00 |
| MATERIALES | Q 163,610.55 |
| COSTO DIRECTO | Q 268,190.55 |
| Imprevistos 5 % | Q 13,409.53 |
| Administración y supervisión 5 % | Q 13,409.53 |
| Transporte 5 % | Q 13,409.53 |
| TOTAL | Q 308,419.14 |

CAPITULO III.

DOCUMENTACION BIBLIOGRAFICA Y DESARROLLO DEL PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN PARA LA VIA DE ACCESO DEL CANTON CHOQUI

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

La planimetría y altimetría son fundamentales en todo proyecto de ingeniería civil, tales como, proyectos viales, abastecimientos de agua potable, drenajes, construcción, etc. El fin de esto es obtener libretas de campo que posteriormente reflejaran las condiciones topográficas del lugar donde se ejecutará el proyecto.

3.1.1. PLANIMETRIA

Conjunto de trabajos, para la obtención de todos los datos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra y que toma un punto de referencia, para su orientación, el norte magnético o astronómico. El método planimétrico utilizado en el Cantón Choquí fue Conservación del Azimut.

3.1.2. ALTIMETRIA

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente, a todo este procedimiento se le llama Nivelación. Para la nivelación del Vía de acceso al Cantón Choquí se utilizó el método de nivelación compuesta. Las libretas de campo del Cantón Choquí se encuentran en el Anexo V.

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Existen diferentes tipos de pruebas para suelos, según la división siguiente:

1. Para la clasificación general de los suelos.
2. Para el control de la construcción.
3. Para determinar la resistencia del suelo.

Los ensayos que se muestran a continuación, fueron efectuados para dos muestras de subrasante.

3.2.1. ENSAYOS PARA LA CLASIFICACION DEL SUELO

Estos ensayos se usan para identificar suelos, de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente, a continuación se describen:

3.2.1.1. ANALISIS GRANULOMETRICO

En la clasificación de los suelos para uso en ingeniería es universalmente acostumbrado utilizar algún tipo de análisis granulométrico, constituyendo este ensayo una parte importante de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras.

Los ensayos efectuados a dos muestras de suelo de la subrasante, fueron hechos siguiendo las especificaciones que norma la AASHTO T-27. La muestra No.1 tiene una granulometría clasificada como A-2-1 y la muestra No.2 tiene una granulometría clasificada como A-5.

3.2.1.2. LIMITES DE CONSISTENCIA (Límites de Atteberg).

El procedimiento analítico para la determinación de el límite líquido se basa en la norma AASHTO T-89 y el límite plástico según la norma AASHTO T-90, teniendo como obligatoriedad el hacerlo sobre una muestra preparada en húmedo.

El límite plástico, límite líquido, índice de plasticidad e índice de grupo de las dos muestras de subrasante se presentan a continuación.

| | MUESTRA No.1 | MUESTRA No.2 |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Límite líquido | 40.30 | no líquido |
| Límite plástico | 31.80 | no plástico |
| Índice de plasticidad | 8.5 | 0 |
| Índice de grupo | 6 | 0 |

3.2.2. ENSAYOS PARA EL CONTROL DE LA CONSTRUCCION

Estos ensayos se usan para asegurar que los suelos se compactan adecuadamente durante la construcción, y de que se cumplen las condiciones impuestas en el proyecto.

Esos ensayos son:

1. Ensayo de contenido de humedad.
2. Ensayo de Próctor (Densidad máxima y humedad óptima).
3. Determinación de la densidad de campo para obtener el % de compactación
4. Ensayo de equivalente de arena.

A continuación se muestran los ensayos para el control de la construcción que fueron efectuados a las dos muestras de subrasante:

3.2.2.1. ENSAYO DE PROCTOR (DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA)

El ensayo de compactación, Próctor Standard, consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz 3/4", añadir agua y compactarlo en un molde cilíndrico de 944 cm³, en tres capas, con 25 golpes por capa, con un martillo de compactación de 5.5 libras de peso, con una caída libre de 12 pulgadas. Luego de compactada la muestra, ésta es removida del molde y desbaratada nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad del suelo.

Se añade más agua a la muestra, tendiendo a obtener una muestra más húmeda y homogénea y se procede a hacer nuevamente el proceso de compactación .

Esta secuencia se repite sucesivamente para obtener datos que permitan obtener una curva de densidad seca contra contenido de humedad, con un punto máximo y puntos alrededor de ese máximo, para definir adecuadamente su localización. La ordenada de este diagrama es la densidad seca, siendo la ordenada máxima el valor del peso unitario seco máximo del suelo. La abcisa correspondiente a este punto será el contenido de humedad óptimo. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en AASHTO T-99 (Próctor Standard). Los resultados para ambas muestras se encuentran en el Anexo III.

3.2.2.2. ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA

Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos.

El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T -176. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Muestra No.1, Equivalente de arena =20.80 %

Muestra No.2, Equivalente de arena = 9.60 %

3.2.3. ENSAYOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL SUELO

Estos ensayos se usan para determinar la capacidad de carga de los suelos y con base a éstos determinar si son adecuados para utilizarlos en la construcción.

Para evaluar un suelo se debe tomar en cuenta, su resistencia para ser deformado, su contenido de humedad, densidad y estructura; condiciones que son diferentes para cada suelo.

El valor soporte o capacidad soporte del suelo, es la propiedad de los suelos que les permite resistir la penetración o escurrimiento lateral, cuando se les aplica una carga y depende de la habilidad que tenga el suelo a resistir un esfuerzo de corte.

Los ensayos más usuales son el ensayo de "California Bearing Ratio" el cual mide la capacidad soporte del suelo, y el ensayo de corte directo el cual mide la fricción interna del suelo (cohesión). Sin embargo este último ensayo no es aplicable a pavimentos sino a estructuras tales como puentes.

3.2.3.1. ENSAYO DEL VALOR SOPORTE DEL SUELO

Este ensayo es conocido como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo de relación soporte de California se desarrolló por parte de la División de Carreteras de California en 1929, como una forma de clasificación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como subrasante o material de base o subbase en construcción de carreteras.

El ensayo de CBR (la ASTM denomina el ensayo simplemente un ensayo de relación soporte), mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, sin embargo por las condiciones de humedad y densidad es evidente que este número no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

El número CBR (o simplemente CBR) se obtiene como la relación de la carga unitaria (en libras por pulgada cuadrada), necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (de un área de 19.4 cm²), entre la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad, con respecto a una carga patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra standard de material triturado.

A continuación se muestran los valores límites del CBR:

Tabla III.1.

| CBR % | USOS |
|--------|--|
| 0-5 | subrasantes muy malas |
| 5-10 | subrasante malas |
| 10-20 | subrasantes de regulares a buenas |
| 20-30 | subrasantes muy buenas |
| 30-50 | subbases buenas |
| 50-80 | buenas para bases de gravas |
| 80-100 | buenas bases de piedra y grava triturada |

Finalmente el CBR es el factor que determinará el diseño de espesores de capas de pavimento. Usualmente el valor CBR se convierte a módulo de valor soporte del suelo (tal como lo hace el método AASHTO para diseñar pavimentos flexibles).

El procedimiento CBR deberá realizarse como lo indica la norma AASHTO T-193. Los resultados obtenidos para las dos muestras de subrasante son:

- Muestra No.1, CBR =17.60 %
- Muestra No.2, CBR = 6.50 %

De acuerdo al CBR obtenido para ambas muestras y según la tabla III.1, la muestra No.1 es considerada de regular a buena, mientras que la muestra No.2 es una subrasante muy mala.

3.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO

3.3.1. DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

3.3.1.1. DISEÑO DE LOSAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS

En el diseño de losas de concreto para pavimentos rígidos se debe contemplar con mucho cuidado los componentes del concreto, si todos estos componentes son proporcionados en forma adecuada, el producto terminado resultará fuerte y durable. El concreto se produce por la interacción mecánica y química de un gran número de materiales constituyentes.

De estos materiales es vital saber las funciones de cada uno antes de concebir el concreto como producto terminado, el diseñador o ingeniero de materiales deberá desarrollar habilidad para la selección de los ingredientes adecuados, y así proporcionarlos para obtener un concreto eficiente, que satisfaga los requisitos de resistencia y condiciones de servicio.

3.3.1.1.1. CEMENTO PORTLAND

El Cemento Portland, es un aglomerante que reacciona en presencia del agua y que, debidamente mezclado con agregados inertes se convierte en una masa manejable y moldeable, que adquiere las características de piedra artificial. Los cementos Portland son hidráulicos, puesto que, ellos, fraguan y endurecen reaccionando con el agua, esta reacción es llamada hidratación, esta es una reacción química por la que se combina el cemento y el agua para formar una masa semejante a una piedra. El cemento Portland sin importar su tipo debe cumplir con especificaciones ASTM C-150.

3.3.1.1.2. AGUA

El agua es el vehículo de mezclado que crea una trabajabilidad plástica e inicia la acción cementante.

Se debe mantener un estricto control en la relación agua cemento y en el porcentaje de aire en la mezcla, ya que la relación agua cemento es la medida real de la resistencia del concreto, la cual deberá ser el criterio principal que gobierne el diseño de la mayoría de los concretos estructurales. El agua deberá ser analizada según la norma AASHTO T-26.

3.3.1.1.3. AGREGADO GRUESO

El agregado grueso se clasifica como tal si el tamaño más pequeño de partículas es mayor a 1/4 de pulgada (6mm). Las propiedades del agregado grueso afectan la resistencia final del concreto endurecido, su resistencia a la disgregación, intemperismo y otros efectos destructivos.

El agregado grueso debe consistir en grava o piedra triturada, triturada parcialmente o sin triturar, procesada adecuadamente para formar un agregado clasificado.

Se recomienda que el agregado grueso sea suministrado en dos tipos de graduación, debiendo almacenarlos por separado.

El agregado grueso para la manufactura de todo concreto debe estar limpio de impurezas orgánicas y poder adherirse con el gel cemento. Debe cumplir con la norma AASHTO M-80.

3.3.1.1.4. AGREGADO FINO

El agregado fino es un relleno más pequeño hecho de arena. Varía de tamaño desde el tamaño del tamiz No. 4 al tamiz No.100 de la serie de tamices standard americanos. Un agregado fino deberá estar libre de impurezas orgánicas, arcilla o cualquier material dañino o excesivo de tamaños más pequeños que el tamiz No. 100.

El agregado fino puede consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables. Deberá cumplir con la norma AASHTO M -86.

El módulo de finura para la arena nunca deberá ser menor de 2.3 ni de 3.1, además de no variar en más de 0.20 al valor seleccionado para el diseño de la mezcla de concreto.

El módulo de finura se calcula según la siguiente ecuación:

$$M.F. = A / 100$$

Donde: $A = \sum$ de porcentajes por peso acumulados, retenidos en mallas
1 1/2", 3/4", 3/8", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100

El manejo y almacenamiento de los agregados para el concreto debe hacerse en forma tal que se evite la segregación y la mezcla de materiales extraños. Todo material deteriorado o contaminado no deberá ser utilizado en el concreto.

3.3.1.2 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO RIGIDO

La dosificación y proporcionamiento de mezclas de concreto tiene por objeto determinar la combinación más práctica y económica de las componentes que produzca un concreto con los requisitos deseables:

1. En concreto fresco: trabajabilidad o manejabilidad.
2. En concreto endurecido: durabilidad y apariencia firme.
3. Economía.

Cualquiera que sea el método utilizado para proporcionar los componentes, la selección de la mezcla adecuada es realizando mezclas de prueba en el laboratorio o en la obra. El método para este diseño de mezcla fue el método del ACI (American Concrete Institute), que básicamente consiste en proporcionar los componentes en masa, pero con base a volúmenes absolutos que ocupan en una yarda cúbica de concreto, tomando en cuenta en lo posible las características reales de los mismos y datos prácticos basados en experiencia locales, que permitan obtener mezclas trabajables y de las características de resistencia y durabilidad requeridas.

Para un diseño de mezclas se presentan a continuación los pasos que son necesarios para su diseño:

1. Determinar la resistencia requerida $f'c$.
2. Decidir si el diseño tendrá o no aire incluido.
3. Determinar el valor de sobre diseño $f'cr$ (tabla III.3.)
4. Con base al tipo de estructura determinar el revenimiento (tabla III.4.)
5. Establecer el tamaño máximo de agregado, se debe escoger el menor tamaño de: 1/5 de la dimensión más angosta entre cimbras, 1/3 del peralte de la losa, 3/4 del espacio entre varillas de refuerzo (si las hay)
6. Determinar la cantidad de agua y aire en la mezcla (tabla III.6.)
7. Seleccionar la relación agua-cemento (tabla III.5.)
8. Calcular la cantidad de cemento
9. Determinar el volumen del agregado grueso (tabla III.8.)
10. Calcular la cantidad de agregado fino, utilizando el peso estimado de concreto fresco (tabla III.9.) y los pesos conocidos de agua, cemento y agregado grueso.
11. Ajustar el agua por el contenido de humedad existente en el agregado fino y grueso.
12. Proceder a hacer la mezcla de prueba.

Tabla III.3.

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no se dispone de información para establecer una desviación standard.

| Resistencia a la compresión especificada $f'c$ (PSI) | Resistencia promedio a la compresión requerida $f'cr$ (PSI) |
|---|--|
| Menor de 3,000 | $f'c + 1,000$ |
| 3,000 - 5,000 | $f'c + 1,200$ |
| mayor de 5,000 | $f'c + 1,400$ |

Tabla III.4.

Revenimiento recomendable para varios tipos de construcción.

| TIPOS DE CONSTRUCCION | Revenimiento (plg) | |
|--|----------------------|--------|
| | máximo* | mínimo |
| Muros de cimentación y zapatas | 3 | 1 |
| Zapatas simples, compuertas y muros de subestructura | 3 | 1 |
| Vigas y muros reforzados | 4 | 1 |
| Columnas de edificios | 4 | 1 |
| Pavimentos y Losas | 3 | 1 |
| Concreto Macizo | 2 | 1 |

Este revenimiento puede incrementarse una pulgada para otros métodos de consolidación diferentes a vibración.

Tabla III.5.

Relación entre la resistencia a la compresión del concreto y la relación agua-cemento

Relación agua-cemento por peso

| Resistencia a la compresión a los 28 días * (PSI) | Concreto sin aire incluido | Concreto con aire incluido |
|---|----------------------------|----------------------------|
| 6,000 | 0.41 | ----- |
| 5,000 | 0.48 | 0.40 |
| 4,000 | 0.57 | 0.48 |
| 3,000 | 0.68 | 0.59 |
| 2,000 | 0.82 | 0.74 |

* Los valores son resistencias promedio estimadas para concreto, que tienen porcentajes de aire menores que las mostradas en la tabla de contenido de agua y aire, según el revenimiento y tamaño de agregado. Para una relación constante de agua-cemento, la resistencia del concreto se reduce conforme se aumenta el contenido de aire.

Tabla III.6.

Requisitos aproximados de agua y contenidos de aire en la mezcla para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados

Agua (Lbs / yd ³) de concreto para los tamaños máximos nominales de los agregados indicados.

CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO

| Revenimiento | *3/8" | *1/2" | *3/4" | *1" | *1 1/2" | *2 " | *3" | *6" |
|---|-------|-------|-------|-----|---------|---------|-----|------|
| de 1 a 2 | 350 | 335 | 315 | 300 | 275 | 260 | 220 | 190 |
| de 3 a 4 | 385 | 365 | 340 | 325 | 300 | 285 | 245 | 210 |
| de 6 a 7 | 410 | 385 | 360 | 340 | 315 | 300 | 270 | ---- |
| cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto sin aire incluido (%) | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |

* Estas cantidades de agua en la mezcla se utilizan en el cálculo de los factores del cemento para mezclas de prueba. Son contenidos máximos para agregados grueso angulares razonablemente bien formados y graduado dentro de los límites de las especificaciones aceptadas.

Tabla III. 7.

Relaciones agua -cemento máximas permisibles para el concreto cuando no se dispone de información de campo sobre la resistencia de mezclas de prueba.

RELACION ABSOLUTA AGUA CEMENTO POR PESO

| Resistencia a la compresión especificada (PSI) | Concreto <i>sin</i> aire incluido | Concreto <i>con</i> aire incluido |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,500 | 0.67 | 0.54 |
| 3,000 | 0.58 | 0.46 |
| 3,500 | 0.51 | 0.40 |
| 4,000 | 0.44 | 0.35 |
| 4,500 | 0.38 | * |
| 5,000 | * | * |

* Las proporciones de la mezcla, para concreto sin aire incluido, con resistencias mayores de 4,500 PSI y concretos con aire incluido mayores de 4,000 psi, se deben establecer utilizando mezclas de prueba.

Tabla III.8.

Volumen del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Volumen del agregado grueso seco compactado*
por unidad de volumen del concreto para diferentes
módulos de finura de la arena.

| Tamaño máximo del agregado | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
|----------------------------|------|------|------|------|
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.75 | 0.73 | 0.71 | 0.69 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.82 | 0.80 | 0.78 | 0.76 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.82 | 0.81 |

* Los volúmenes se basan en agregados secos compactados como describe el ASTM C-29

Tabla III. 9.

Primer estimado del peso del concreto fresco.

Primer estimado del peso del concreto (Lbs /yd³)

| Tamaño máximo del agregado | Concreto con aire incluido | Concreto sin aire incluido |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 3/8" | 3840 | 3690 |
| 1/2" | 3890 | 3760 |
| 3/4" | 3960 | 3840 |
| 1" | 4010 | 3900 |
| 1 1/2" | 4070 | 3960 |
| 2" | 4120 | 4000 |
| 3" | 4160 | 4040 |
| 6" | 4230 | 4120 |

A continuación se desarrollará el diseño de mezcla, para el pavimento rígido de la vía de acceso al Cantón Choquí:

1. El valor de $F'c$ es de 4,000 PSI.
2. Al concreto no se le incluirá aire.
3. El valor de sobre diseño $F'cr = 4,000 \text{ PSI} + 1,200 \text{ PSI} = 5,200 \text{ PSI}$. (según tabla III.3)
4. El revenimiento para Pavimentos y losas según la tabla III.4. es de 3 plg. máximo y 1 plg. mínimo.
5. El tamaño máximo del agregado será de 1plg.
6. Para un revenimiento de 3 plg. y un tamaño máximo de agregado de 1 plg. la cantidad de agua por volumen de concreto es de 325 lbs /yd³ (según tabla III.6.), no se incluye aire en la mezcla.

7. La relación agua-cemento para una resistencia de 5,200 PSI es de 0.48 (según tabla III.5).

8. Contenido de cemento = Cantidad de agua / relación agua-cemento = 325 lbs./yd³ / 0.48 = 667.08 lbs./yd³

El módulo de finura se estima en 2.6 (según lo descrito en la sección 3.3.1.1.4).

9. Para un agregado grueso de 1 plg. y un módulo de finura de 2.6, el volumen de agregado grueso por yarda cúbica de concreto es de 0.69 yd³ (tabla III.8).

El peso seco compactado del agregado grueso se determina en 100 lbs./pie³ = 2,700 lbs./yd³ (peso unitario seco estimado del agregado grueso).

El peso del agregado grueso = 0.69 yd³ * 2,700 lbs./yd³ = 1,863 lbs de agregado grueso por yarda cúbica de concreto.

El peso estimado del concreto fresco para un tamaño máximo de agregado de 1 plg. es de 3,900 lbs./yd³ (tabla III.9.)

Peso de la arena = Peso de concreto fresco - peso (agua + cemento + agregado grueso)

Peso de la arena = 3,900 - (325 + 667.08 + 1,863)

Peso de la arena = 1,034.92 lbs./yd³.

Peso neto del agregado fino incrementado por su porcentaje de absorción de humedad:

$$= 1.02 * 1,034.92 \text{ lbs./yd}^3 = 1,055.62 \text{ lbs./yd}^3$$

Peso neto del agregado grueso incrementado por su porcentaje de absorción de humedad:

$$= 1.03 * 1,863 = 1,918.89 \text{ lbs./yd}^3$$

Peso neto de agua para la mezcla

$$= 325 - 0.02 * 1,055.62 - 0.03 * 1,918.89 = 246.32 \text{ lbs./yd}^3$$

Proporciones finales para una yarda cúbica de concreto:

Cemento = 667.08 lbs./yd³

Arena = 1,055.62 lbs./yd³

Agregado grueso = 1,918.89 lbs./yd³

Agua = 246.32 lbs./yd³

Proporcionamiento para cualquier masada

$$667.08 : 1,055.62 : 1,918.89 : 246.73$$

$$1 : 1.58 : 2.88 : 0.37$$

Para esta proporción, se recomienda hacer pruebas sobre cilindros y si es necesario reevaluar la proporción.

Se recomienda utilizar una proporción 1:2:3:0.40, debido a que es más fácil dosificarlo.

3.3.1.3 DIMENSIONAMIENTO DEL ESPESOR DE LA LOSA

Con el análisis de suelo y el diseño de mezcla se puede proceder al cálculo del espesor de la losa.

La Portland Cement Association (PCA) ha desarrollado dos métodos para determinar el espesor de las diferentes capas de un pavimento, que resista cargas que ocasiona el tránsito.

Estos métodos son:

1. Método de capacidad: éste se utiliza, cuando es posible obtener datos exactos de carga de tránsito

2. Método simplificado: se utiliza cuando no es posible obtener datos de carga por eje. Es un método que reduce considerablemente el espesor de la losa, para pavimentos de concreto de Cemento Portland, fué publicado por la PCA en el folleto "Thickness Desing For Concrete Highway and Street Pavements". En la aplicación de este método el espesor de la losa de un pavimento, se reduce de 2.5 a 3.5 cm.

Para este método han sido creadas tablas de diseño, basadas en la distribución compuestas de ejes de cargas que representan las diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

El diseño de losas para pavimentos rígidos de la Vía de acceso al Cantón Choquí se describe a continuación:

1. **La categoría de la vía es categoría 2** (según tabla III.11.), que equivale a calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo).

2. **Establecer el tipo de junta a utilizar.** Según la forma en que se han diseñado las juntas, éstas podrán transmitir la carga del trafico de una losa hacia la siguiente. La tablas de la PCA incluyen dos tipos de junta, del tipo dovela y del tipo trabe por agregados. La junta tipo dovela es aquella que se diseña para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente, mientras que la de tipo trabe por agregados son hechas solamente para garantizar la continuidad del pavimento. La junta tipo dovela se logra haciendo un detalle macho-hembra en el concreto en el sentido longitudinal. Este detalle requiere más trabajo, pero garantiza una disminución en el espesor de la losa. El tipo de junta a utilizar para este proyecto es macho-hembra.

3. **Decidir incluir o excluir hombros o bordillos en el diseño.** El uso de hombros de concreto es recomendable por el hecho de ser útil en la reparación o prevención de accidentes en la carretera, además de reducir el espesor de la losa, en algunos casos hasta una pulgada más. La función del hombro es la de servir como una viga lateral, para aumentar la resistencia del concreto a esfuerzos de flexión, disminuyendo grandemente el efecto de la tensión en el concreto. De lo anterior se contempla la integración de hombros tipo bordillo.

4. **Determinar el módulo de ruptura del concreto.** Debido al paso de vehículos por encima de las losas de concreto, en éstas se producen esfuerzos de flexión y compresión. Los esfuerzos de compresión son tan mínimos que no influyen en el grosor de la losa. En cambio los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores y por eso son usados estos valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos.

La fuerza está determinada por el módulo de ruptura del concreto (MR), el cual está definido como el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. Una buena aproximación para la resistencia a la tensión será dentro de un diez a un veinte por ciento de su resistencia a la compresión, por lo que se elige un valor de 15 %, entonces $MR = 0.15 * 4,000 \text{ PSI} = 600\text{PSI}$.

5. Determinar el módulo de reacción "K" de la subrasante. El módulo de reacción de la subrasante, es la propiedad de apoyo que ofrece la subrasante al tránsito y se define como la pendiente de la gráfica carga- deformación obtenida en el campo por el ensayo de disco (norma ASTM D - 1196), cuyo resultado estará en kg/cm^2 . Las tablas III.13 y III. 14, fueron determinadas por la PCA siguiendo las normas ASTM. Dichas tablas fueron obtenidas para bases no tratadas y para bases de suelo cemento, para diferentes espesores de base. Generalmente obtener el módulo de reacción de la subrasante es difícil, por no decir imposible, primero por la carencia del equipo necesario para la prueba, el cual es muy especial y costoso y segundo porque la subrasante no ha sido construida todavía.

Dado las limitaciones del ensayo, el valor K, puede darse como la clasificación SCU, PRA o el número CBR, para determinar el módulo de reacción de la subrasante (ver Anexo VI).

Lo anterior es válido, ya que no se requiere un valor exacto de K y no afecta apreciablemente los requerimientos de espesor. Para este proyecto se determinó un valor CBR de 6.5 %, que es el más crítico entre las dos muestras analizadas, con este valor de CBR se encuentra el valor de "K". En este caso $K = 165 \text{ lbs/plg}^2$. El dato anterior, se localiza en el rango de valores en la tabla III.12, la cual determina a ese valor como "MEDIO", catalogando al tipo de suelo como arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla.

6. Determinar el volumen de tránsito promedio diario de camiones o su porcentaje del tránsito promedio diario de vehículos. El tránsito promedio diario (TPD), es determinado por conteos periódicos del tránsito. Del total de vehículos que pasan por la vía (TPD) se determina el tránsito de camiones (TPDC), el cual será el parámetro a manejar en las tablas de diseño. El tránsito servirá para dos propósitos principales, catalogar la vía (según tabla III.11.) y localizar el número de vehículos tipo pesado en la tablas de diseño. El tránsito promedio diario estimado es de 5,000 vehículos y el tránsito promedio diario de camiones del 18% (900 camiones como tránsito pesado). Para el diseño de un carril el número de vehículos se reduce a la mitad (450 camiones como tránsito pesado).

7. Determinar el espesor final de la losa según la tabla de diseño determinada con los parámetros anteriores. Para una categoría de vía 2 y juntas doveladas, la tabla de diseño a utilizar es la III.15. Se busca en el lado derecho para incluir bordillo al diseño de losa.

El soporte subrasante-subbase tiene un carácter MEDIO, al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 600PSI, y el valor que contenga el Tránsito Promedio Diario de Camiones (TPDC) de 450, el espesor que dicta la tabla corresponde a 6.5 pulgadas (aproximadamente 17 cm). Valor que se considera como adecuado para este diseño.

Referente a la capa de base del pavimento, la PCA da mayor importancia a la uniformidad de apoyo que al grado de resistencia del suelo, considerando que la losa de concreto tiene gran capacidad de distribución de las cargas impuestas por el tránsito.

Con frecuencia los materiales que forman parte de la subrasante presentan características favorables que pueden sustituir las funciones de la base y por lo tanto, ésta se hace innecesaria. El valor de la base del pavimento, puede ser estimada por las características y consideraciones del método, recomendándose un valor de 4 plg como mínimo. Como parámetro puede optarse por el de la tabla III.10.

Tabla III.10.
Espesores estimados de bases según su uso

| Tipo de base | Usos | Espesor (cm.) |
|--------------|-----------|---------------|
| Granular | Carretera | 10-15 |
| Estabilizada | Carretera | 10-15 |

El espesor total del pavimento rígido es:

 Espesor de losa = 17 cm.
 Espesor de Base = 13 cm.
 El espesor total del pavimento = 30 cm.

Es importante observar que la PCA indica que el valor mínimo para el espesor de las losas de concreto será de 10 cm, para una categoría de la vial y ocurrirá con un módulo de ruptura de 650 PSI, con losas con bordillo integrado y soporte de subrasante de carácter ALTO. El espesor máximo para una losa de concreto, la PCA lo diseña con un espesor de 35 cm. (14 plg.), cuando el módulo de ruptura sea de 550 PSI y losas de concreto sin hombros y sin bordillos y un soporte subrasante-subbase de carácter BAJO, para una categoría 4.

El período de diseño de las tablas de la PCA es de 20 años, el cual se considera adecuado para esta clase de proyectos. Para un período de diseño diferente se debe modificar el tránsito promedio diario de camiones por un factor igual al período deseado sobre el período de diseño de las tablas (por ejemplo, si se desea un período de diseño de 25 años el factor por el que deberá afectar al tránsito promedio diario de camiones será $25/20 = 1.25$).

El período de diseño debe entenderse, como el tiempo en años, que se considera adecuado para que el diseño garantice la amortización del pavimento. Es muy importante conocer las cargas de cada eje (sencillo y tandem) para poder estimar durante el período de diseño, el número de ejes esperados para cada intensidad de carga, y así conocer la fatiga, con que cada eje participará en la falla planeada.

Asimismo, las tablas del PCA contemplan a la fatiga y la erosión en el diseño. La fatiga se toma en cuenta para mantener dentro de los límites de seguridad los esfuerzos debidos a las cargas repetidas. El esfuerzo por erosión se usa para limitar los efectos de las deflexiones del pavimento en los bordes y juntas.

Tabla III. 11

CATEGORIAS DE CARGA POR EJE

| CARGA POR EJE CATEGORIA TANDEM | DESCRIPCION | Tráfico | | Máxima carga por eje | | |
|--------------------------------------|---|--|------------|----------------------|-----|---------------------|
| | | TPD | TP DC % | EJE SENCILLO | EJE | |
| | | | | | | TP DC POR DIA |
| 1 | Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio). | 200 a 800 | 1 a 3 | Arriba de 25 | 22 | 36 |
| 2 | Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo). | 700 a 5000 | 5 a 18 | de 40 a 1000 | 26 | 44 |
| 3 | Calles arteriales, carreteras primarias (medio), super carreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo y medio) | 3000 a 12000 (2 carriles) a 5000 (4 carriles) | 8 a 30 | de 500 a 5000 | 30 | 52 |
| 4 | Calles arteriales, carreteras primarias, super arreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto) | 3000 a 20000 (2 carriles) a 20000 (4 carriles) | 8 a 30 | de 1500 a 8000 | 34 | 60 |

NOTA: Las descripciones de alto, medio y bajo, se refieren al peso relativo de las cargas por eje para el tipo de calle o carretera.
 TPD: Tránsito promedio diario en el periodo de diseño.
 TPDC: Tránsito promedio diario de camiones.

TABLA III.12
Tipos de suelos de subrasante y
Valores Aproximados del Módulo de reacción K

| TIPOS DE SUELOS | SOPORTE | RANGO DE VALORES DE K [psi] |
|---|----------|-----------------------------|
| Suelos de grano fino, en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan | Bajo | 75 - 120 |
| Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla | Medio | 130 - 170 |
| Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos. | Alto | 180 - 220 |
| Subbases tratadas con cemento. | Muy alto | 250 - 400 |

TABLA III.13
Valores de K para diseño sobre
bases no tratadas (de PCA)

| Valor de K de la subrasante [lb/plg] | Valores de K sobre la base [lb/plg ²] | | | |
|--------------------------------------|---|---------------|---------------|----------------|
| | Espesor 4 plg | Espesor 6 plg | Espesor 9 plg | Espesor 12 plg |
| 50 | 65 | 75 | 85 | 110 |
| 100 | 130 | 140 | 160 | 190 |
| 200 | 200 | 230 | 270 | 320 |
| 300 | 320 | 330 | 370 | 430 |

TABLA III.14
Valores de K para diseño sobre
bases de suelo cemento (de PCA)

| Valor de K de la subrasante [lb/plg] | Valores de K sobre la base [lb/plg ²] | | | |
|--------------------------------------|---|---------------|---------------|----------------|
| | Espesor 4 plg | Espesor 6 plg | Espesor 9 plg | Espesor 12 plg |
| 50 | 170 | 230 | 310 | 390 |
| 100 | 280 | 400 | 520 | 640 |
| 200 | 470 | 640 | 830 | --- |

Tabla III.15
TPDC permisible, carga por eje categoría 2
pavimento con juntas doveladas.

| Concreto sin hombros o bordillo | | | | | Concreto con hombros o bordillos | | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|----------|----------------------------------|----------------------------|-------|------|----------|
| Espesor de losa [Plg] | Soporte subrasante-subbase | | | | Espesor de losa [Plg] | Soporte subrasante-subbase | | | |
| | BAJO | MEDIO | ALTO | MUY ALTO | | BAJO | MEDIO | ALTO | MUY ALTO |
| MR 650 PSI | 5.5 | | | 5 | 5 | 9 | 42 | 120 | 42 |
| | 6 | | 4 | 12 | 59 | 6 | 96 | 380 | 970 |
| | 6.5 | 9 | 43 | 120 | 400 | 6.5 | 710 | 2600 | 3400 |
| | 7 | 80 | 320 | 840 | 3100 | 7 | 4200 | | |
| | 7.5 | 490 | 19000 | | | | | | |
| 8 | 25000 | | | | | | | | |
| MR 600 PSI | 6 | | | 11 | 5 | | | 1 | 8 |
| | 6.5 | | 8 | 24 | 110 | 5.5 | 1 | 8 | 23 |
| | 7 | 15 | 70 | 190 | 750 | 6 | 19 | 84 | 220 |
| | 7.5 | 110 | 440 | 1100 | | 6.5 | 160 | 620 | 1500 |
| | 8 | 590 | 2300 | | | 7 | 1000 | 3600 | 5200 |
| 8.5 | 2700 | | | | | | | | |
| MR 550 PSI | 6.5 | | 4 | 19 | 5.5 | | | 3 | 17 |
| | 7 | | 11 | 34 | 150 | 6 | 3 | 14 | 41 |
| | 7.5 | 19 | 84 | 230 | 890 | 6.5 | 29 | 120 | 320 |
| | 8 | 120 | 470 | 1200 | | 7 | 210 | 770 | 1900 |
| | 8.5 | 560 | 2200 | | | 7.5 | 1100 | 4000 | 1100 |
| 9 | 2400 | | | | | | | | |

Nota: El análisis de fatiga controla el diseño.

3.3.1.4. DISEÑO DE JUNTAS

Junta: Es el espacio dejado entre losas de concreto para absorber los momentos diferenciales debidos a la expansión y contracción del material constituyente de las losas. La construcción de juntas permite la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas en la construcción, estableciendo al mismo tiempo la unión adecuada de ellas para asegurar la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento.

Junta de articulación o alabeo: este tipo de junta se construye paralela al eje de la carretera (sentido longitudinal) y su objetivo es impedir la transmisión de momentos de una placa hacia otra. Este tipo de junta se utilizó, en los proyectos de esta tesis haciendo un ensamble del tipo macho-hembra entre losas adyacentes, a lo largo del eje de la carretera.

Junta de construcción: su uso se realiza cuando el suministro de concreto se interrumpe, para este caso es aconsejable el uso de resinas epóxicas para la adherencia de concreto parcialmente fraguado con concreto fresco. Esta junta se construye perpendicularmente al eje de la carretera.

Junta de contracción: el objetivo de esta junta es concentrar las grietas producidas por efectos de la construcción del concreto, se construye perpendicularmente al eje de la carretera, la cual a la vez servirá como junta de expansión.

3.3.2. DISEÑO SIMPLIFICADO DE PAVIMENTOS DE ADOQUIN

Se consideran los pavimentos adoquinados como de tipo flexible. La capa de adoquines y su capa de asiento, al recibir la carga de vehículos, la transmiten prácticamente igual a la capa siguiente, que es la base del pavimento.

Se tendría que hacer una investigación de campo y de laboratorio para determinar cuánta carga absorben las capas adoquín-asiento. Cualquiera que fuera el resultado, tendría que ser de poca magnitud. Por lo tanto, se considera que el "adoquín-asiento" funciona como una carpeta especial.

Los valores siguientes de capa para este pavimento, son muy semejantes a las de pavimento de asfalto.

Tanto los adoquines, como la capa de base, tienen pequeñas irregularidades. Además, para compactar la capa adoquinada, se requiere una capa no rígida que la sostenga, para ello se usa una capa de asiento. Esta capa de asiento conviene que sea de arena de río limpia, sin nada de arcilla ni cemento ni cal. Su espesor debe ser un tercio del espesor del adoquín y no debe hacerse mayor, para evitar asentamientos en el adoquín.

Según el método simplificado de pavimentos adoquinados se determinó el espesor total del pavimento, de la siguiente forma:

1. La subrasante tiene un valor de CBR de 6.5%, por lo cual se dice que es una subrasante regular.

2. Respecto al tránsito, se considera como Pavimentos Adoquinados, Calles residenciales alimentadoras, con pocos Autobuses. Se estimó que un Tránsito 2 era adecuado para fijar el espesor del pavimento, según la tabla III.16, se estimó que los espesores del pavimentos serian así:

Adoquinado = 10 cm.
 Asiento = 3 cm.
 Base = 25 cm.
 Espesor total = 38 cm.

Tabla III.16.
 Pavimentos adoquinados, Calles residenciales alimentadoras,
 pocos autobuses
 Tránsito 2

| SUBRASANTE | | | | | | |
|----------------------|-------|-----|---------|-----|-------|-----|
| Capa | Buena | | Regular | | Pobre | |
| Adoquinado | 10 | | 10 | | 10 | |
| Asiento | 3 | | 3 | | 3 | |
| Base Granular | 15 | --- | 15 | --- | 15 | --- |
| Base Suelo -Cemento | --- | 10 | --- | 14 | --- | 12 |
| Subbase Granular | --- | --- | 10 | --- | 15 | 10 |
| Espesor total en cm. | 28 | 23 | 38 | 27 | 43 | 35 |

3.4. SELECCION DEL TIPO DE PAVIMENTO.

Para la Vía de Acceso al Cantón Choquí, se recomienda utilizar un pavimento rígido, debido a que:

1. No requiere mantenimiento.
2. El costo por metro cuadrado no es significativamente mayor que el costo del pavimento adoquinado.
3. La vida útil de un pavimento rígido es mucho mayor que la de un pavimento adoquinado.

Antes de la construcción de un pavimento rígido, se debe chequear que los drenajes existentes y tuberías de agua potable se encuentren en buen estado, puesto que al haber fundido el pavimento ya no es posible levantarlo para reparaciones.

3.5 INTEGRACION DEL PRESUPUESTO PARA LA VIA DE ACCESO AL CANTON CHOQUI

MANO DE OBRA

La mano de obra para la integración del presupuesto de la pavimentación de la Vía de Acceso al Cantón Choquí, fue estimado de acuerdo a los rendimientos de mano de obra, registrados en los trabajos realizados por la Municipalidad de Quetzaltenango. Las prestaciones laborales también fueron estimadas. Los salarios de mano de obra son los que maneja la Municipalidad de Quetzaltenango

MATERIALES

1. Los precios de los materiales a utilizar, fueron brindados por los proveedores municipales, es por ello que tienden a variar respecto a los precios que se encuentran comunmente en el mercado.
2. La madera que se utilizará, se cuantificó por unidades y no en pie tablar, esto debido a que la municipalidad la compra por unidad.
3. El material de base a utilizar es producido por el banco Chuicaracoj, teniendo un costo de Q110.00 por metro cúbico, el costo anterior es especial para la Municipalidad.
4. En el presupuesto de materiales se incluye un renglón que se refiere al transporte de los materiales hasta la obra.
5. Se recomienda utilizar el pedrín azul clasificado, debido a que es el mejor pedrín de la región.

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
 PRESUPUESTO DE PAVIMENTO RIGIDO.
 CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| | | Unidad | Cantidad | Costo/U(Q) | Total(Q) |
|-----|--|----------------|-----------|------------|--------------|
| 1 | Escarificación, conformación y compactación de subrasante | m ² | 13,030.60 | 15.00 | 195,459.00 |
| 2 | LOSA DE CONCRETO | | | | |
| 2.1 | Cemento | sacos | 18,608.00 | 24.50 | 455,896.00 |
| 2.2 | Arena de río | m ³ | 1,042.00 | 40.00 | 41,680.00 |
| 2.3 | Piedrín | m ³ | 1,573.00 | 100.00 | 157,300.00 |
| 2.4 | Formaleta | tablas | 60 | 20.00 | 1,200.00 |
| 2.5 | Clavos de 3" | libras | 50 | 2.25 | 112.50 |
| 2.6 | Paral de 3" * 3" * 9' | paral | 30 | 18.00 | 540.00 |
| 3 | BASE | | | | |
| 3.1 | Grava triturada | m ³ | 1,563.60 | 110.00 | 171,996.00 |
| 3.2 | Compactación de base | m ² | 13,030.60 | 12.00 | 156,367.20 |
| 4 | BORDILLO | | | | |
| 4.1 | Cemento | sacos | 1,111.00 | 24.50 | 27,219.50 |
| 4.2 | Arena de río | m ³ | 62.00 | 40.00 | 2,480.00 |
| 4.3 | Piedrín | m ³ | 94.00 | 100.00 | 9,400.00 |
| 5 | ANTISOL | m ² | 739.92 | 45.00 | 32,576.40 |
| 6 | SELLO DE JUNTAS | m.l. | 2,900.00 | 6.00 | 17,400.00 |
| 7 | MEZCLADORA | sacos | 19,719.00 | 2.25 | 49,297.50 |
| | SUB-TOTAL DE MATERIALES | | | | 1,318,924.10 |
| 8 | MANO DE OBRA | | | | 84,000.00 |
| 9 | COSTO DIRECTO | | | | 1,402,924.10 |
| | IMPREVISTOS 5% | | | | 70,146.21 |
| | TRANSPORTE 5% | | | | 70,146.21 |
| | ADMINISTRACION 5% | | | | 70,146.21 |
| | TOTAL | | | | 1,613,362.72 |

El costo por metro cuadrado es de Q123.81

MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO.
 PRESUPUESTO DE PAVIMENTO DE ADOQUIN
 CALCULO: JOSE ENRIQUE LEON CASTILLO.

| | | Unidad | Cantidad | Costo/U(Q) | Total(Q) |
|-----|--|----------------|-----------|------------|--------------|
| 1 | Escarificación, conformación y compactación de subrasante | m ² | 13,030.60 | 15.00 | 195,459.00 |
| 2 | ADOQUINADO | | | | |
| 2.1 | Adoquín | m ² | 13,030.60 | 53.75 | 700,394.75 |
| 2.3 | Arena de río para capa de asiento | m ³ | 390.90 | 40.00 | 15,636.00 |
| 2.4 | Arena de río (entre adoquines) | m ³ | 130.30 | 40.00 | 5,212.00 |
| 2.5 | Grava triturada para base | m ³ | 3,257.65 | 110.00 | 358,341.50 |
| 3 | BORDILLO | | | | |
| 3.1 | Cemento | sacos | 1,249.58 | 24.50 | 30,614.71 |
| 3.2 | Arena de río | m ³ | 70.00 | 40.00 | 2,800.00 |
| 3.3 | Piedrín | m ³ | 106.00 | 100.00 | 10,600.00 |
| 4 | CINCHOS Y REMATES | | | | |
| 4.1 | Cemento | sacos | 159.00 | 24.50 | 3,895.50 |
| 4.2 | Arena de río | m ³ | 9.00 | 40.00 | 360.00 |
| 4.3 | Piedrín | m ³ | 13.50 | 100.00 | 1,350.00 |
| | SUB-TOTAL DE MATERIALES | | | | 1,324,663.46 |
| 5 | MANO DE OBRA | | | | 69,300.00 |
| 6 | COSTO DIRECTO | | | | 1,393,963.46 |
| | IMPREVISTOS 5% | | | | 69,698.17 |
| | TRANSPORTE 5% | | | | 69,698.17 |
| | ADMINISTRACION 5% | | | | 69,698.17 |
| | TOTAL | | | | 1,603,057.98 |

Costo por metro cuadrado es de 123.02 quetzales.

CONCLUSIONES

1. La planificación y diseño del proyecto de agua potable para el Cantón La Pedrera, tiene como fin dar una solución a uno de muchos problemas que padece la comunidad, por cuanto la falta de un sistema de agua potable lo han padecido siempre, a la vez que con la realización se tiene contemplado beneficiar a 500 personas.
2. Es importante hacer notar que el costo total para el proyecto de Cantón La Pedrera asciende a trescientos ocho mil cuatrocientos diecinueve quetzales con catorce centavos (Q 308,419.14), costo que se considera elevado, pero es la única opción debido a que en la comunidad no se cuenta con una fuente cercana. El costo total será repartido entre la municipalidad de Quetzaltenango y los vecinos, los aportes se pueden reducir si se logra obtener financiamiento de una tercera institución.
3. El tanque de distribución del sistema de agua potable del Cantón la Pedrera, se propone construirlo de concreto ciclópeo, con el propósito de utilizar la piedra bola, debido a que es un material que abunda en la región, constituyendo por lo tanto un material de bajo costo.
4. De acuerdo al análisis de costos realizado y que forma parte de este trabajo, indica que la diferencia entre ambos pavimentos propuestos es de Q 0.80 por metro cuadrado, por lo que en este caso en particular, el costo no fue la razón predominante para la selección del tipo de pavimento. La selección del tipo de pavimento se basó en las siguientes razones:
 - a. Durabilidad
 - b. Mantenimiento
 - c. Resistencia
 - d. Calidad
 - e. Aceptabilidad del usuario

El pavimento rígido que fue el seleccionado cumple con todos los requisitos anteriores.
5. El Ejercicio Profesional Supervisado es una experiencia buena, que permite conocer los problemas comunes que afectan a nuestras comunidades y a darles una solución tomando en cuenta sus necesidades.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad de Quetzaltenango, crear programas para la concientización de la población acerca de la buena utilización del agua y sobre el mantenimiento colectivo de los sistemas de agua potable, como lo son: el tanque de distribución, línea de conducción y red de distribución.
2. Se recomienda al Departamento técnico de la Municipalidad, utilizar la información acerca de los bancos de materiales, como una guía en la planificación y diseño de proyectos de pavimentación.
3. Se recomienda a la Municipalidad de Quetzaltenango, aplicar los estudios hechos a los adoquines, para lograr un producto que cumpla con los requerimientos técnicos de resistencia y calidad. A la vez hacer lo posible por contar con asesoramiento profesional que brindan muchas empresas al tratarse de una Municipalidad.
4. Se recomienda a la Municipalidad de Quetzaltenango seguir con el programa de E.P.S., en los distintos proyectos y una especial atención a la Fabrica Municipal de Productos de Cemento F.M.P.C, puesto que el trabajo efectuado es un buen punto de partida, para la mejor producción, no solo de adoquines, sino de tubos de concreto, blocks. etc.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318.83) y comentarios. Traducido por el instituto mexicano del cemento y del concreto. Segunda edición. México, editorial Noriega Limusa .1988.

ANCKERMANN ALVAREZ, ENRIQUE. Manual para el laboratorista de suelos en construcción de carreteras. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1969.

CABRERA SEIS, JADENON VINICIO. Guía teórica y practica del curso de cimentaciones 1. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1994.

DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. República de Guatemala, impresos industriales.1975.

LOPEZ XICARA, RENE ERWIN. Planificación y diseño de pavimento de las vías de comunicación y red de drenaje pluvial para la Aldea El Recreo, San Marcos, San Marcos. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1996.

MEJIA GOMEZ, HUGO ABAD. Diseño del pavimento rígido para dos vías de acceso principal, al municipio de el Progreso, Departamento de Jutiapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1996.

TECNOLOGIA DE BAJO COSTO. Manual técnico. Programa subregional de agua , saneamiento y educación ambiental. UNICEF, Guatemala 1995.

TUM CANTO, FRANCISCO JOSE. Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y sistema de saneamiento para el Cantón Alta Vista, Aldea el Cedro, Municipio de San Pedro Sacatepequez, Departamento de San Marcos. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1996.

ANEXO I
PRUEBAS DE ADOQUINES



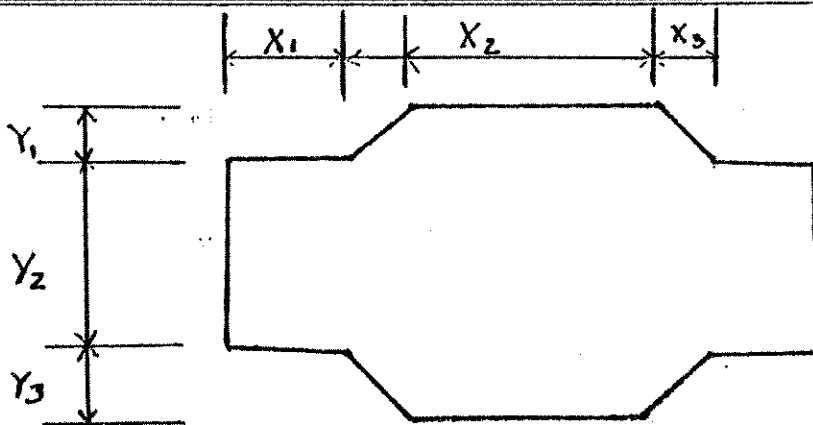
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS - MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA**



**SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO**

| | | | |
|--------------|----------------------|-----------|--------|
| FORME No. | 8362-M | O. T. No. | 008569 |
| Fecha | 13-2-97 | Labs.: | ----- |
| Interesado: | JOSE ENRIQUE LEON C. | | |
| Proyecto: | E.P.S. | | |
| Dimensiones: | | | |

| Medidas (cm) | Largo en (cm) | | | Ancho en (cm) | | | Grosor (cm) |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | |
| | 7.8 | 8.2 | 3.3 | 3.0 | 16.0 | 2.5 | 10.4 |



RACTERISTICAS FISICO MECANICAS

| Peso (en Kg) | | % ABSORCION | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión equivalente * (kg/cm ²) |
|--------------|-------|-------------|---|---|
| Natural | Seco | | | |
| 0.410 | ----- | 7.06% | 76.37 | ----- |

SERVACIONES: (*) Según estudio en CII, Abril de 1989.

IDENTIFICADO: CONIMA

Do. 
Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CII/USAC




ING. PABLO DE LEON
Jefe Sección

/cbr



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS - MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA**

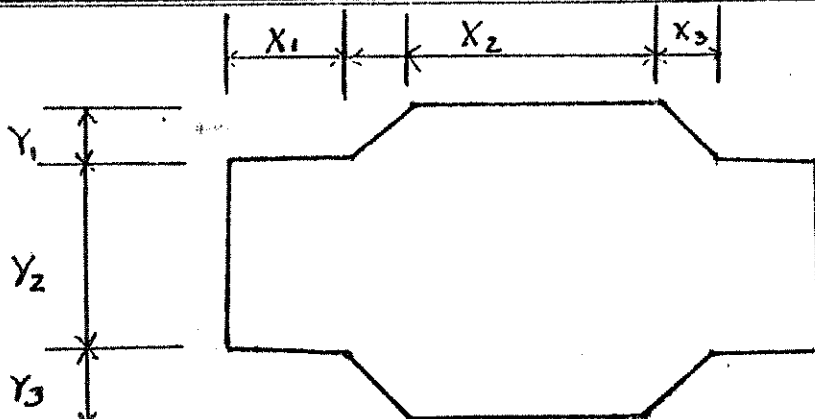


**SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO**

| | |
|----------------------------------|------------------|
| FORME No. 8363-M | D. T. No. 008569 |
| Fecha 13-2-97 | Labs.: ----- |
| Interesado: JOSE ENRIQUE LEON C. | |
| Proyecto: E.P.S. | |

Dimensiones:

| Medidas (cm) | Largo en (cm) | | | Ancho en (cm) | | | Grosor (cm) |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | |
| | 8.0 | 8.0 | 3.5 | 3.2 | 15.6 | 2.5 | 10.2 |



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

| Peso (en Kg) | | % ABSORCION | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión equivalente * (kg/cm ²) |
|--------------|-------|-------------|---|---|
| Natural | Seco | | | |
| 0.315 | ----- | 8.29 | 79.39 | ----- |

OBSERVACIONES: (*) Según estudio en CII, Abril de 1989.

IDENTIFICADO: CONIMA

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC



ING. PABLO DE LEON
Jefe Sección

/cbr

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria Zona 12
Teléfono directo 763992 - Planta 760790-4 Ext. 372 - FAX 00-502-2-763993



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS - MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA**

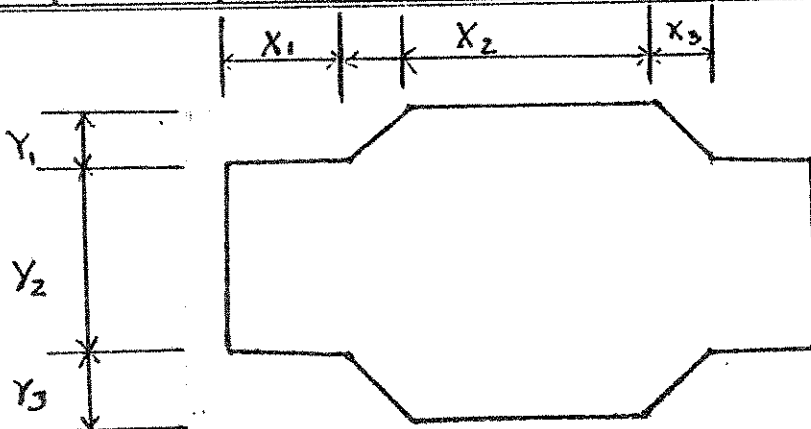


**SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO**

| | |
|---|-------------------------|
| FORME No. 8364-M | D. T. No. 008569 |
| Fecha 13-2-97 | Labs.: ----- |
| Interesado: JOSE ENRIQUE LEON C. | |
| Proyecto: E.P.S. | |

Dimensiones:

| Medidas (cm) | Largo en (cm) | | | Ancho en (cm) | | | Grosor (cm) |
|--------------|---------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------------|
| | x_1 | x_2 | x_3 | y_1 | y_2 | y_3 | |
| | 7.9 | 8.5 | 3.2 | 2.8 | 16.2 | 2.5 | 10.7 |



Características Físico Mecánicas

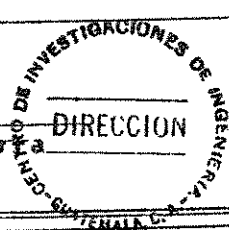
| Peso (en Kg) | | % ABSORCION | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión equivalente * (kg/cm ²) |
|--------------|-------|-------------|---|---|
| Natural | Seco | | | |
| 10.662 | ----- | 8.25 | 69.43 | ----- |

OBSERVACIONES: (*) Según estudio en CII, Abril de 1989.

IDENTIFICADO: CONIMA

D.Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC



ING. PABLO DE LEON
Jefe Sección

/cbr



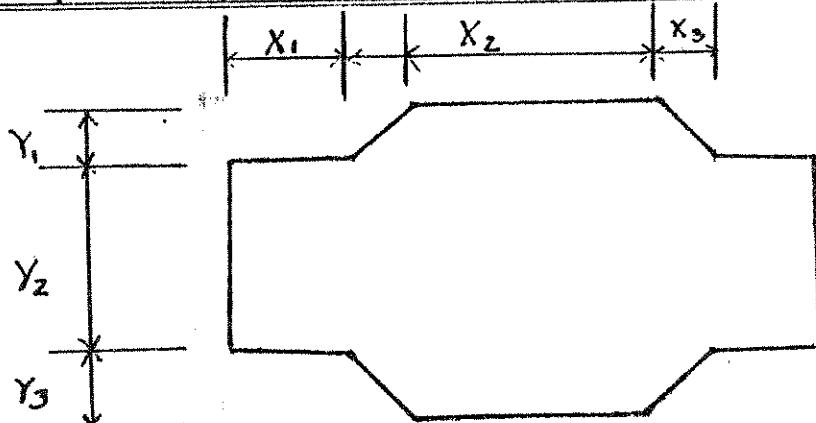
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS - MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA**



**SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO**

| | |
|----------------------------------|------------------|
| FORME No. 8365-M | D. T. No. 008569 |
| Fecha 13-2-97 | Labs.: ----- |
| Interesado: JOSE ENRIQUE LEON C. | |
| Proyecto: E.P.S. | |
| Dimensiones: | |

| Medidas (cm) | Largo en (cm) | | | Ancho en (cm) | | | Grosor (cm) |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | |
| | 9.8 | 11.5 | 4.5 | 3.0 | 14.5 | 3.1 | 9.5 |



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

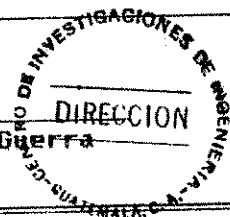
| Peso (en Kg) | | % ABSORCION | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión equivalente * (kg/cm ²) |
|--------------|-------|-------------|---|---|
| Natural | Seco | | | |
| 9.330 | ----- | 13.69 | 32.87 | 152.00 |

OBSERVACIONES: (*) Según estudio en CII, Abril de 1989.

IDENTIFICADO: FMPC

D.Bo.

Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CII/USAC



ING. PABLO DE LEON
Jefe Sección

/cbr



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS - MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA**

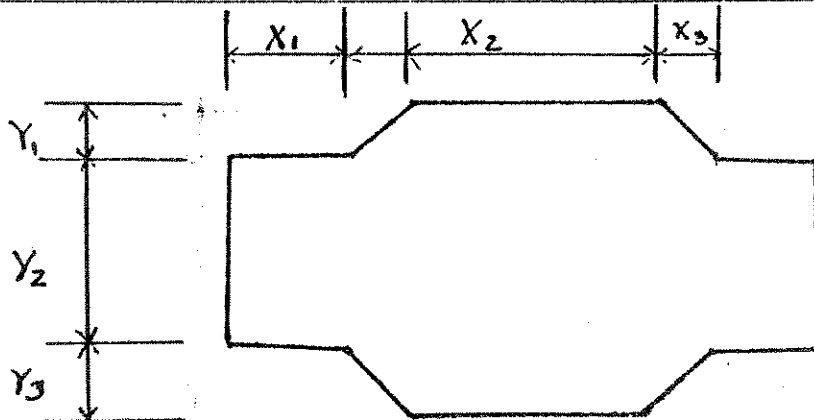


**SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO**

| | | | |
|-------------|----------------------|-----------|--------|
| FORME No. | 8366-M | O. T. No. | 008569 |
| Fecha | 13-2-97 | Labs.: | ----- |
| Interesado: | JOSE ENRIQUE LEON C. | | |
| Proyecto: | E.P.S. | | |

Dimensiones:

| Medidas (cm) | Largo en (cm) | | | Ancho en (cm) | | | Grosor (cm) |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | |
| | 10.0 | 11.0 | 4.5 | 4.0 | 14.6 | 3.5 | 9.0 |



RACTERICAS FISICO MECANICAS

| Peso (en Kg) | | % ABSORCION | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión equivalente * (kg/cm ²) |
|--------------|-------|-------------|---|---|
| Natural | Seco | | | |
| 747 | ----- | 8.69 | 37.89 | 174.00 |

OBSERVACIONES: (*) Según estudio en CII, Abril de 1989.

IDENTIFICADO: FMPC

Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC



ING. PABLO DE LEON
Jefe Sección

/cbr



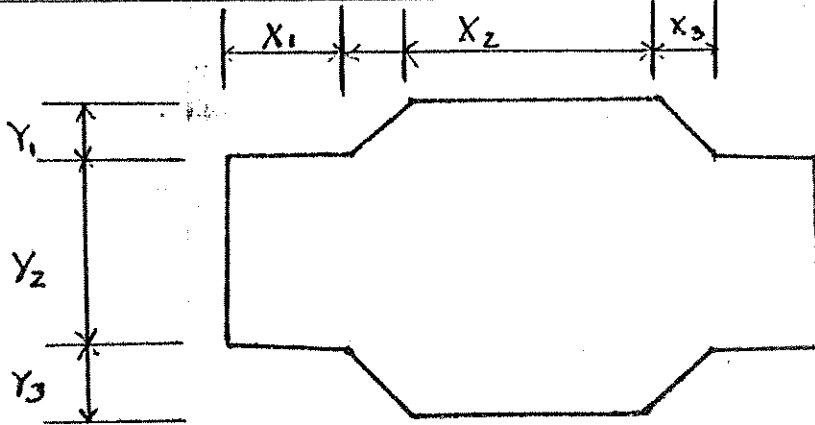
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS - MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA**



**SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO**

| | |
|----------------------------------|------------------|
| FORME No. 8367-M | O. T. No. 008569 |
| Fecha 13-2-97 | Labs.: ----- |
| Interesado: JOSE ENRIQUE LEON C. | |
| Proyecto: E.P.S. | |
| Dimensiones: | |

| Medidas (cm) | Largo en (cm) | | | Ancho en (cm) | | | Grosor (cm) |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | |
| | 9.7 | 11.6 | 4.7 | 3.0 | 14.8 | 3.5 | 9.5 |



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

| Peso (en Kg) | | % ABSORCION | Módulo de Ruptura (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión equivalente * (kg/cm ²) |
|--------------|-------|-------------|---|---|
| Natural | Seco | | | |
| 0.547 | ----- | 9.00 | 50.65 | 271.00 |

SERVACIONES: (*) Según estudio en CII, Abril de 1989.

IDENTIFICADO FMPC

| | | |
|---|--|--|
| <p>Ing. César Alfonso García Guerra DIRECTOR CII/USAC</p> | | <p>ING. PABLO DE LEON Jefe Sección</p> |
|---|--|--|

/cbr

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria Zona 12
Teléfono directo 763992 - Planta 760790-4 Ext. 372 - FAX 00-502-2-763993

ANEXO II
ENSAYOS DE LABORATORIO DE BASE DE GRAVA
TRITURADA

Supervisora No 14

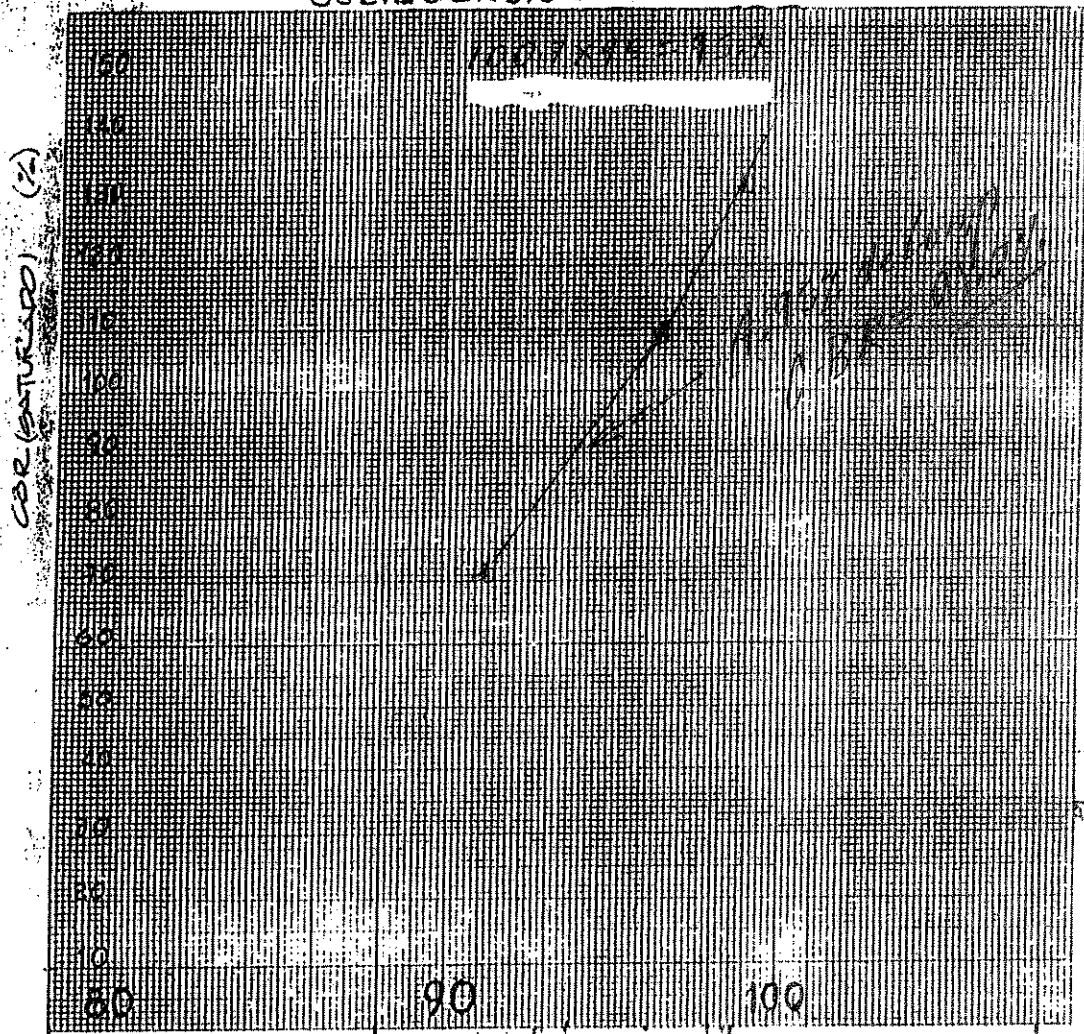
LABORATORIO DE SUELOS

CONSISA

PROYECTO: _____
 MUESTRA No: Bolsa # 7 FECHA: 14 sept.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Base C-2

| PROBETA No. | NUMERO DE GOLFES | COMPACTACION | | COMPAC- TACION (%) | HUMEDA- DAD (SWELL)% | CBR % |
|----------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------|
| | | W (%) | DENSIDAD (Ton/m ³) | | | |
| 1-A | 60 | 10.3 | 128.4 | 100.7 | 0.00 | 132.4 |
| 2-A | 30 | ✓ | ✓ | 98.2 | 0.00 | 109.1 |
| 3-A | 15 | ✓ | ✓ | 93.0 | 0.00 | 71.0 |

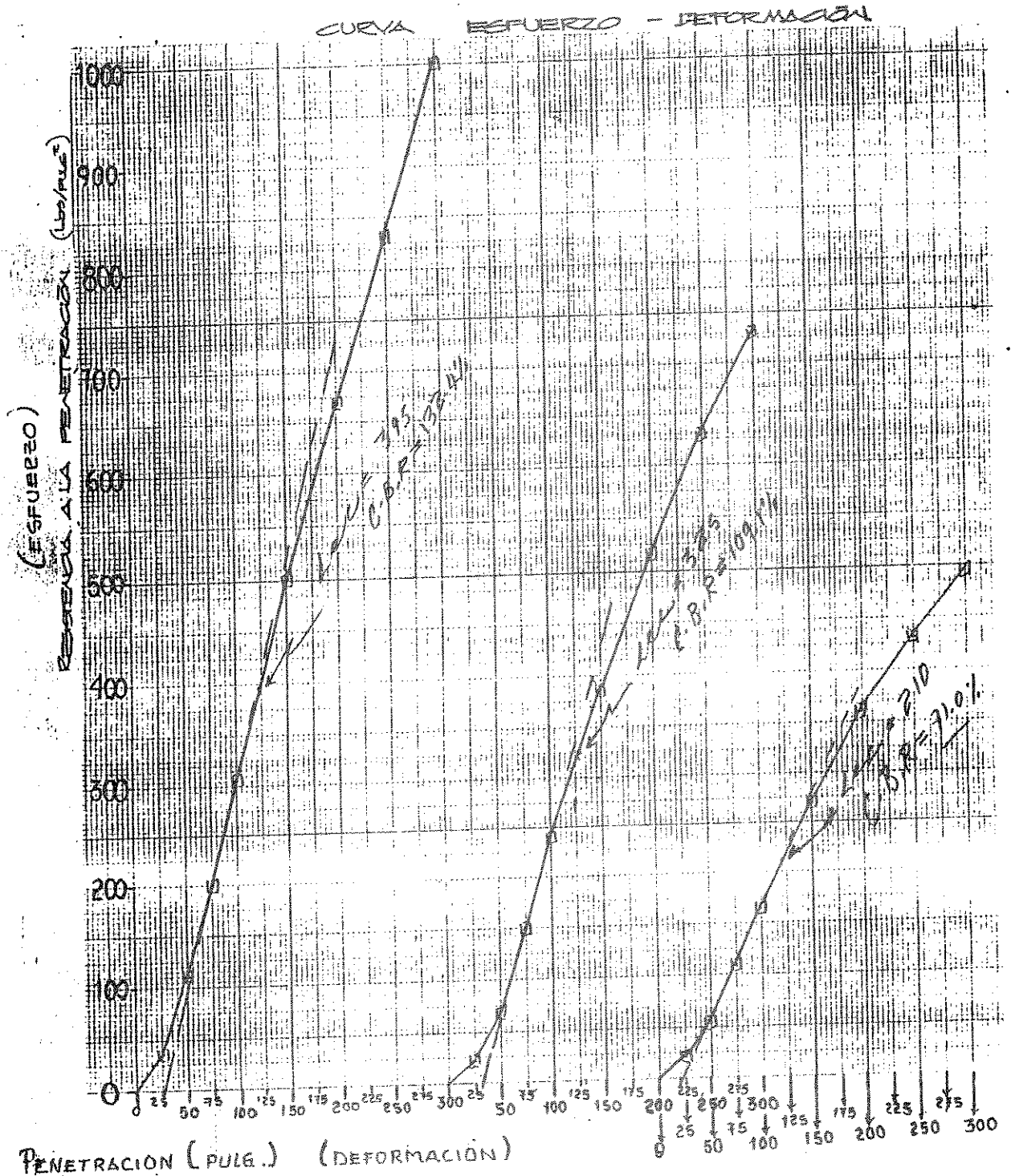
CURVA DENSIDAD CBR



Supervisora No 14
LABORATORIO DE SUELOS
CONVISA

PROYECTO: Quetzego - san Juan Ostuncateco.
MUESTRA No: Bolsa # 17 FECHA: 14 Sept. 199
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Base C-2 Esp. 0.30 cms.
Est. 212100n lado Izq. MAT. Poca Triturada con limo Arenoso.

Supervisora No 14



PENETRACION (PULG.) (DEFORMACION)

EFFECTUADO POR _____ Vo Bo _____

CONSEJO
Supervisora 70
BOGOTÁ

PROYECTO: Guatuzo - San Juan Usulután. **FECHA: 14 Sept.**
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Base C-2 Esq. 0.30 cms. Est. 212+800 Cado Izquierdo. -
 Material: EDA TRITURADA CON LIMO AFINOSO. -

| | LECTURA DE DIVISIONES (X) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|
| | 0.025 | | | 0.050 | | | 0.100 | | | 0.150 | | | 0.200 | | | 0.250 | | | 0.300 | | | 0.400 | | |
| | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S |
| I-160 | 110 | | | | | | 305 | | | | | | 500 | | | 670 | | | | | | 1000 | | |
| II-130 | 70 | | | | | | 240 | | | | | | 385 | | | 515 | | | | | | 730 | | |
| III-115 | 55 | | | | | | 165 | | | | | | 270 | | | 360 | | | | | | 495 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

$Y = MX + n$ ECUACION DE LA RECTA DE CALIBRACION.
 $X =$ DIVISIONES (LECTURA DEL DIAL A LA PENETRACION SUPERIOR).
 $Y =$ CARGA APLICADA A LA PENETRACION SUPERIOR.
 $M, n =$ CONSTANTES DE CALIBRACION.
 $S = \frac{Y}{A}$ S = ESFUERZO
 $Y =$ CARGA CA
 $A =$ AREA DEL PISTON
 $COR A LA PENETRACION SUPERIOR = \frac{S}{CARGA UNIDAD TIPO}$

No. LABORATORIO Balsa # 7

ESTACION:



PROYECTO: Boquer # 14

TRAMO: Bose e-e

| P. B. | Tara | P. N. | P. U. H. | Tarro | Tara | P. B. H. | P. B. S. | Dif. | PROCTOR Y CBR | | | Prom. | P. U. S. |
|-------|------|-------|----------|-------|------|----------|----------|------|---------------|--------|--------|-------|----------|
| | | | | | | | | | P. N. S. | o/o H. | o/o S. | | |
| 13.08 | 9.62 | 14.30 | 130.7 | 1 | 60.5 | 117.5 | 114.7 | 2.8 | 54.2 | 5.2 | 5.2 | 104.6 | |
| 14.16 | ✓ | 14.53 | 136.1 | 2 | 61.8 | 122.4 | 118.1 | 4.3 | 56.3 | 7.6 | 7.6 | 106.5 | |
| 14.31 | ✓ | 14.15 | 112.4 | 1 | 60.5 | 122.8 | 110.5 | 3.3 | 56.0 | 11.3 | 11.3 | 128.0 | |
| 14.32 | ✓ | 14.15 | 111.4 | 2 | 61.8 | 124.3 | 156.6 | 12.5 | 94.8 | 13.4 | 13.4 | 124.7 | |
| 14.33 | ✓ | 14.13 | 111.4 | 1 | 60.5 | 125.9 | 116.5 | 6.4 | 56.0 | 16.8 | 16.8 | 101.1 | |

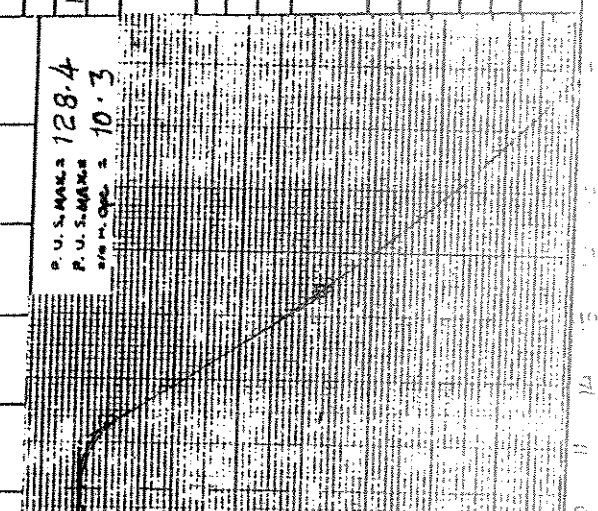
| ESTUDIO: | | o/o Compaction 100% | |
|--------------|---------|---------------------|----------|
| Cil. A | Tara | P. N. | Capac. |
| 12 P. B. 240 | 18.325 | 11.67 | 0.081813 |
| Fecha limar: | 10-9-96 | Lect. limar: | 0.050 |
| Días de .. | | Salida | |

| ESTUDIO: | | o/o Compaction 100% | |
|---------------|---------|---------------------|----------|
| Cil. A | Tara | P. N. | Capac. |
| 12 P. B. 3049 | 15.30 | 11.38 | 0.081913 |
| Fecha limar: | 10-9-96 | Lect. limar: | 0.050 |
| Días de .. | | Salida | |

| ESTUDIO: | | o/o Compaction 100% | |
|---------------|---------|---------------------|----------|
| Cil. A | Tara | P. N. | Capac. |
| 11 P. B. 3724 | 15.08 | 10.77 | 0.081813 |
| Fecha limar: | 10-9-96 | Lect. limar: | 0.050 |
| Días de .. | | Salida | |

| Lectura de penetración Anillo No. (279) | | | |
|---|-------|-------|-------|
| Golpe | 0.025 | 0.050 | 0.075 |
| 55 | | | 0.200 |
| 25 | | | 0.300 |
| 10 | | | |

| FECHA DE ENTRADA MUESTRA: | |
|---------------------------|---------|
| OPERADOR: | SALIDA: |
| 128 | |



CLASIFICACION VISUAL:

Tipo de Proctor A Modif. 124
 No. de Cilindro # 1
 Cant. de Material 182
 Vol del Cilindro 130.13
 Agua Inicial Cant. 200 cc.
 Seguido con 200 cc.
 Operador: Lobin de Leon
 Fecha: 5 Sept de 1996
 Observaciones: Muestra: B-
no triturada con 2.183
no Granoso.

Reviso

16227

CONSULTORIA Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.

LABORATORIO
ANALISIS - MECANICO
10 Septiembre
fecha

CURVA GRANULOMETRICA

Super. # 14

PROYECTO: _____
MUESTRA No.: Bolsa # 7
PROCEDENCIA: _____

| METODO DE PRUEBAS: <u>SEADO AZUL C-2</u> | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| TAMIZ | P.B.A. | P.M.R. | % RET. | % PASA |
| 1" | — | — | — | 100% |
| 3/4" | 356 | 196 | 10.3 | 89.2 |
| 3/8" | 806 | 646 | 35.6 | 64.4 |
| # 4 | 1062 | 902 | 49.8 | 50.2 |
| # 10 | 1245 | 1085 | 59.8 | 40.2 |
| # 40 | 1507 | 1347 | 74.2 | 25.8 |
| # 200 | 1755 | 1595 | 88.0 | 12.0 |
| | | | | 5-15 |

PESO SIN LAVAR _____ PESO LAVADO _____

P.B.S. _____ P.B.S. 1973

TARA _____ TARA 160

P.N.S. _____ P.N.S. 1813

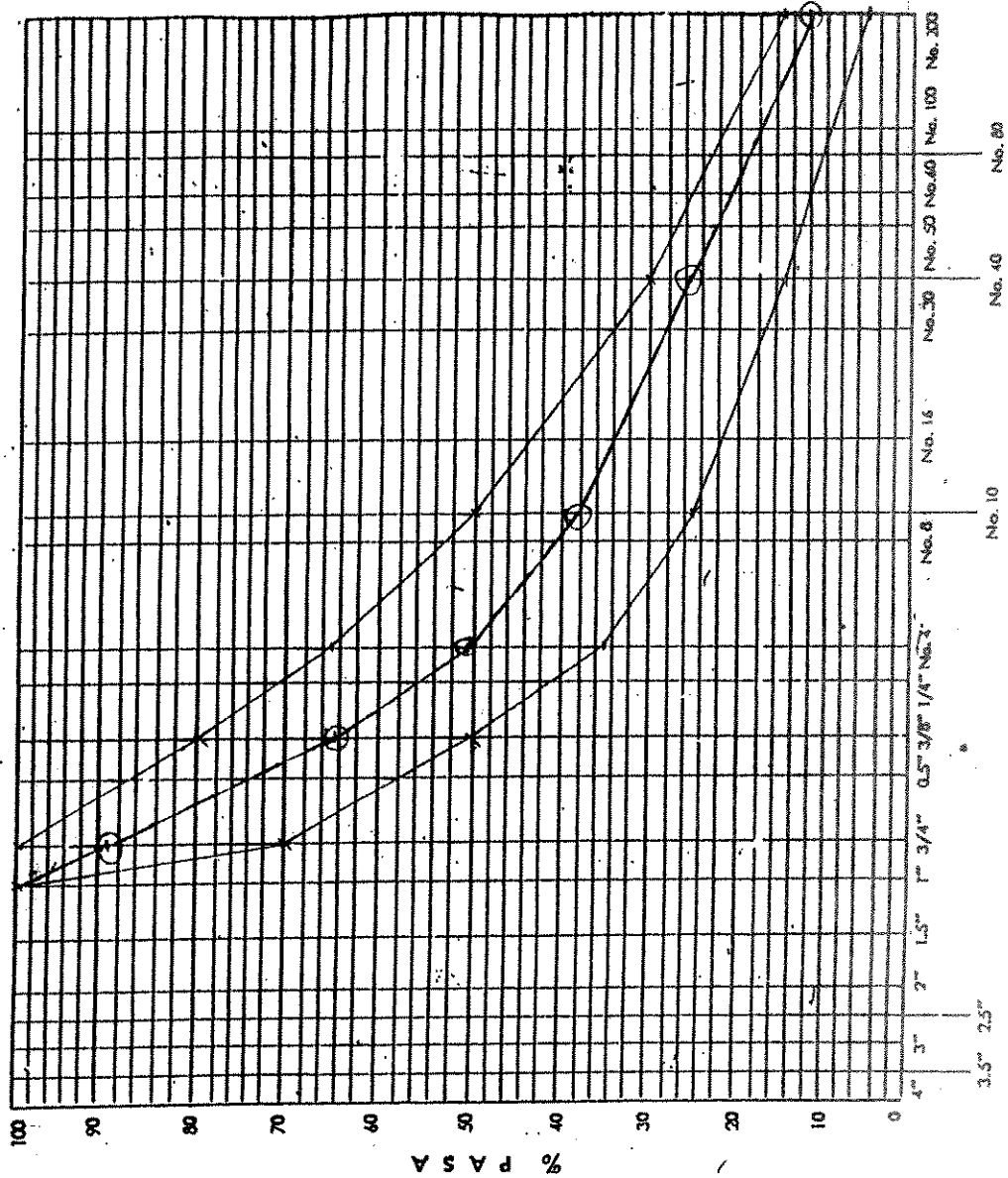
EFFECTO _____

CALCULO _____

REVISO _____

MUESTRA TOMADA En tramo Carretero
Rose C-2 Esp. 0.35 cms.

OBSERVACIONES Materia: poca
friccionada con limo
Oreoso.



ABERTURA TAMICES

No. 10
No. 16
No. 30
No. 50
No. 60
No. 100
No. 200

4" 3" 2" 1.5" 1" 3/4" 0.5" 3/8" 1/4" No. 20

11 de Noviembre

EQUIVALENTE DE ARENA

LABORATORIO No. Bolsa # 7

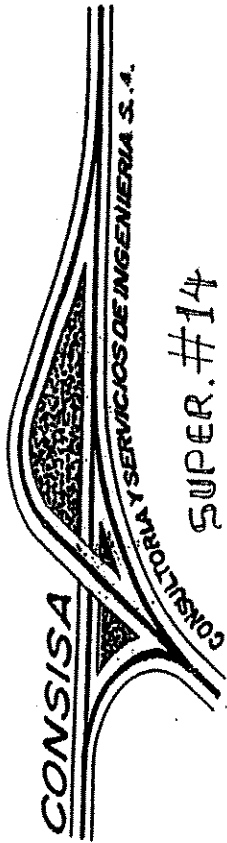
1952 p.

Mat. local friturada con
limo arenoso

| | 1 | 2 | |
|------|-------|------|-------|
| 4.25 | 9.49 | 9.41 | 9.54 |
| 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.20 |
| 1.00 | 10.09 | 9.51 | 10.14 |

LECTURA DE ARENA: 3.1 : 32.3
ARCILLA 9.6
LECTURA DE ARENA: 3.2 : 33.3
ARCILLA 9.6

PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA: 32.8 %



Hoja No: _____
 Balsa No: 7
 Laboratorio No: _____

Muestra de: Base C-2

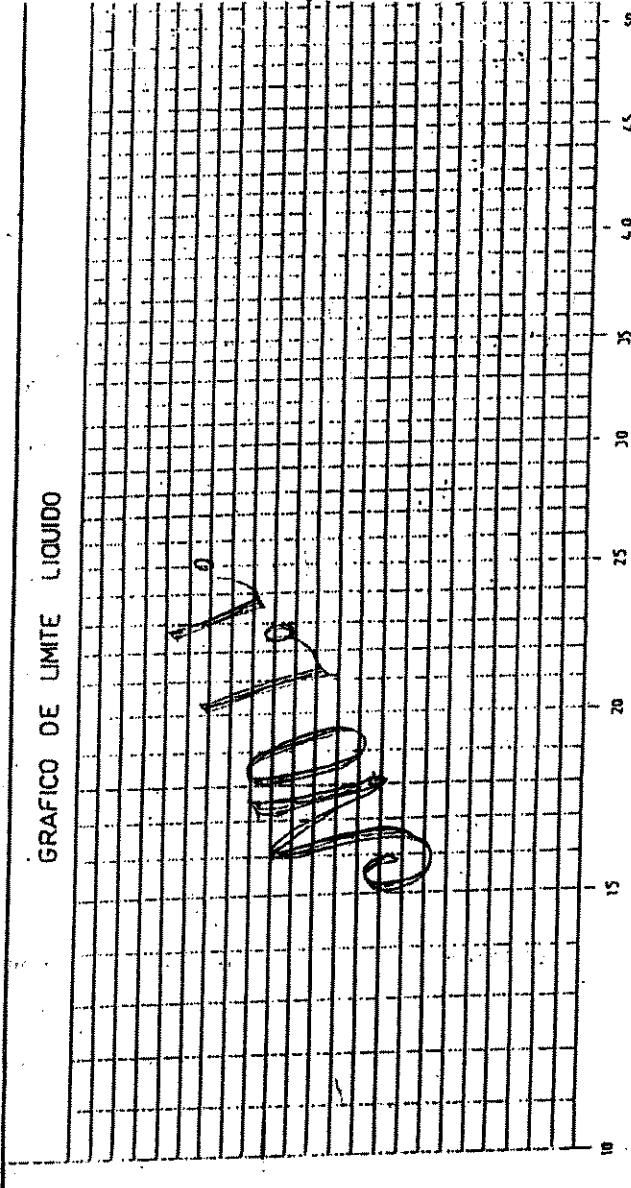
Fecha: 10 Septiembre

Proyecto: _____

SUPER. #14

GRANULOMETRIA Y LIMITES

| TAMIZ | P B R | P N R | % RET | % PASA | T.P |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 3" | | | | | |
| 2 1/2" | | | | | |
| 2" | | | | | |
| 1 1/2" | | | | | |
| 1" | | | | | |
| 3/4" | | | | | |
| 3/8" | | | | | |
| No 4 | | | | | |
| No 10 | | | | | |
| No 40 | | | | | |
| No 100 | | | | | |
| No 200 | | | | | |
| GRANULOMETRIA GRUESA | | | | | |
| P. B. | | | | | P. B. |
| TARA | | | | | TARA |
| P. N. | | | | | P. N. |
| GRANULOMETRIA FINA | | | | | |



| LIMITE LIQUIDO | | LIMITE PLASTICO | | INDICE PLASTICO | |
|----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|
| Tarro | | Tarro | | L.L. | |
| P.B.H. | | P.B.H. | | L.P. | |
| P.B.S. | | P.B.S. | | I.P. | |
| Tara | | Tara | | I.G. | |
| Dif. | | Dif. | | Clasificación: | |
| P.N.S. | | P.N.S. | | | |
| % HUM | | % HUM | | | |
| No Gol | | % Prom. | | | |

Localización: _____

Examen Visual: _____

Efectuó: _____ Cálculo: _____ Revisó: _____

ANEXO III
ENSAYOS DE LABORATORIO DE DOS MUESTRAS DE
SUBRASANTE

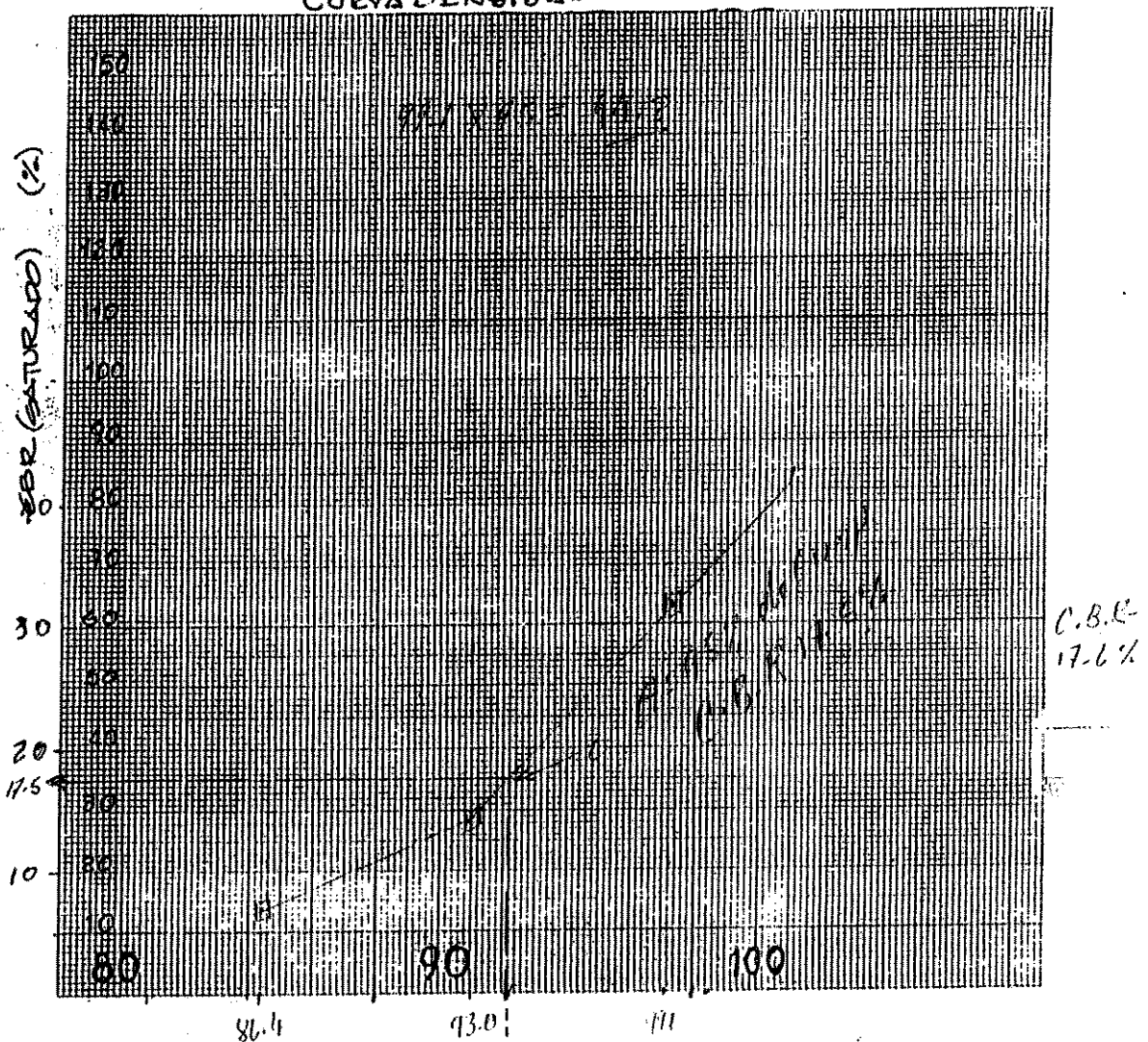
Supervisora No 14
LABORATORIO DE SUELOS
CONSISA

Bolsa #1

PROYECTO: Guatago. 13 Calle a 11 calle "A" 6ª Av. Zona 2
 MUESTRA No: BOLSA # 1 FECHA: 16 Diciembre 1996
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Sub-Pasante
 MATERIAL: LIMO ARENOSO CON ARELLA CLICR. CAEE.

| PROBETA Nº | NUMERO DE CARGES | COMPACTACION | | COMPAC- TACION (%) | HINCHA- MIENTO (SWELL)% | C.B.R. % |
|---------------|------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------|
| | | W (%) | DENSIDAD (Lbf/ft³) | | | |
| 1 | 65 | 27.6 | 85.2 | 99.1 | 0.2 | 31.2 |
| 2 | 30 | ✓ | ✓ | 93.0 | 0.2 | 11.6 |
| 3 | 15 | ✓ | ✓ | 86.4 | 0.2 | 6.3 |

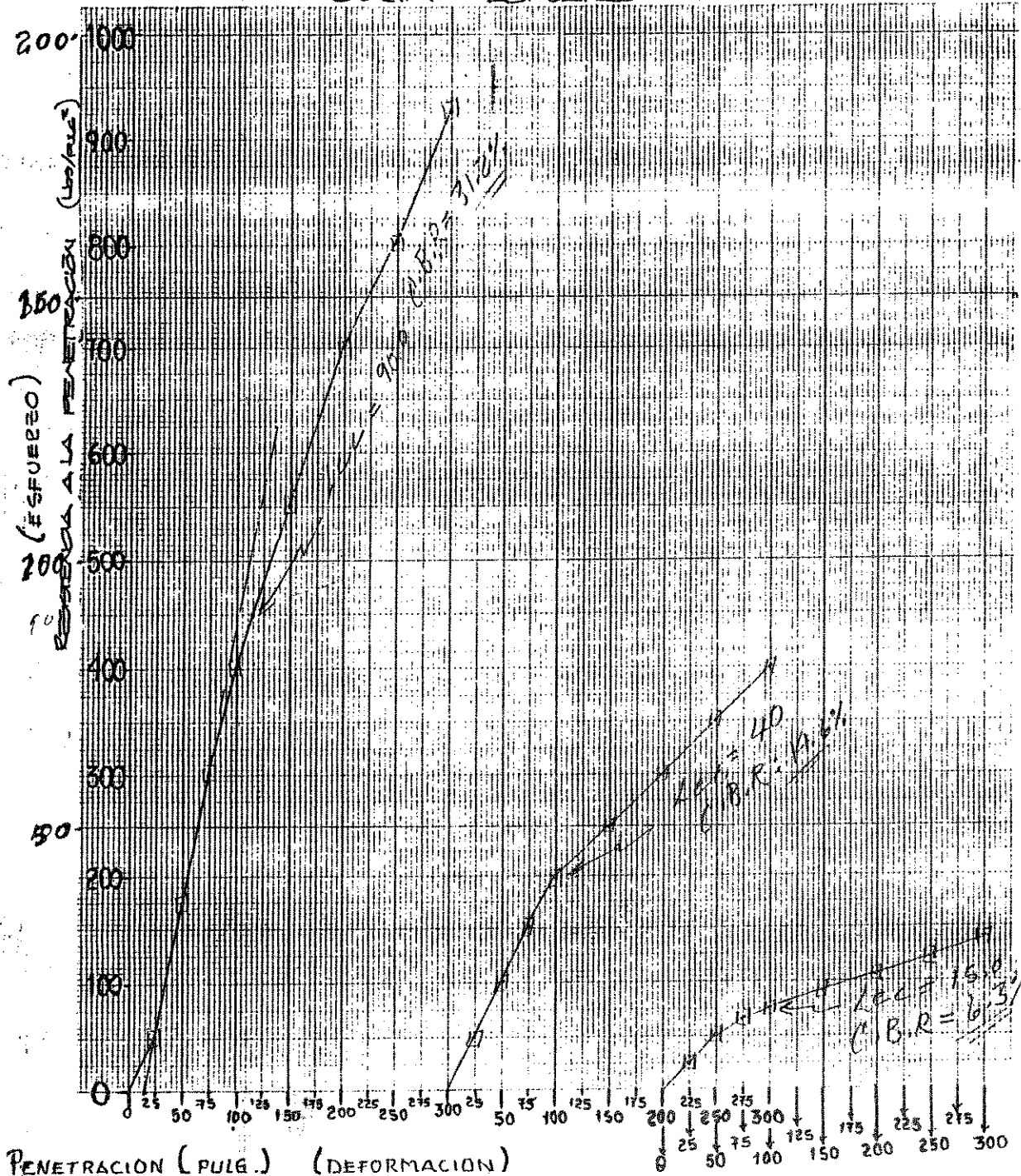
CURVA DENSIDAD CBR



Supervisora No 14
 LABORATORIO DE SUELOS
CONVISA

PROYECTO: Guetzaltenango - 13 calle a la 11 calle "A" CA AV. 20m 12
 MUESTRA NO: CONVISA # 1 FECHA: 16 Diciembre 1996
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: GUB - Llanquife.
 MATERIAL: LIMO ARENOSO CON ARELLA GRACE CAPE.

CURVA ESFUERZO - DEFORMACION



PENETRACION (PULG.) (DEFORMACION)

EFFECTUADO POR _____ Vo Bo _____

No. Laboratorio 01 bolsa # 1
 ESTACION: 13 cm. n



Supervisora No. 14
CONASA

PROYECTO: 6^a Av. Zona K
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: C- Basante. Suburbial. LÍMITE ALREDEDOR CON RESERVAS CCAFE
 FECHA: 16 Diciembre 1996
 Lugar: - BOLSA # 1
 CAFE: 13 av. a la 11 calle "A" zona K

| Lectura | LECTURA DE DIVISIONES (X) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|
| | 0.025 | | 0.050 | | 0.075 | | 0.100 | | 0.150 | | 0.200 | | 0.250 | | 0.300 | | 0.400 | |
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 1 | 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Y = mX + n ECUACION DE LA RECTA DE CALIBRACION. S = Y A S = ESFUERZO
 X = DIVISIONES (LECTURA DEL DIAL A LA PENETRACION SUGERIDA. Y = CARGA GA
 m, n = CONSTANTES DE CALIBRACION. A = AREA DEL PISTON
 Y = CARGA APLICADA A LA PENETRACION SUGERIDA. CORR A LA PENETRACION SUGERIDA = CARGA UNIDAD TIPO

CONSIS

No. LABORATORIO 01 balsa # 1
 ESTACION: 13 Calle a la 11 Calle "A"



TRAMO: Sub-irrigante

PROYECTO: 2^a Av. zona 3 Ventanilla

| PROCTOR Y CBR | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|----------|-------|------|----------|----------|------|----------|----------|-------|----------|
| P. B. | Tara | P. N. | P. U. H. | Tarro | Tara | P. B. H. | P. B. S. | Dif. | P. N. S. | P. U. H. | Prom. | P. U. S. |
| | 0.65 | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| | ✓ | | | 2 | 61.8 | | | | | | | |
| | ✓ | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| | ✓ | | | 2 | 61.8 | | | | | | | |
| | ✓ | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| | ✓ | | | 2 | 61.8 | | | | | | | |

| Humedad Optima del Ensayo | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|----------|----------|------|-------|----------|--------|--|--|
| Tarro | Tara | P. B. H. | P. B. S. | Dif. | P. N. | P. U. H. | Actual | | |
| 1 | 60.5 | | | | | | | | |
| 2 | 61.8 | | | | | | | | |

| Cilindros de 65 Golpes | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-------|----------|--------|----------|--|--|--|--|
| Cil. | Tara | P. N. | P. U. S. | Capac. | P. U. S. | | | | |
| 1 | 15.75 | | | | | | | | |
| 2 | 15.75 | | | | | | | | |

| Lectura de penetración Anillo No. (279) | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| Golpe | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.200 | 0.300 | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

ESTUDIO: Completo

CLASIFICACION VISUAL:
 Tipo de Proctor: Standard "A"
 No. de Cilindro: 1
 Cant. de Material: 1
 Vol. del Cilindro: 1000 cc
 Agua Inicial Cant. Seguido con: 25.5
 Operador:
 Fecha:
 Observaciones: Material: Limo (arenoso con arena) Color: Cafe.
 Reviso:

FECHA: 12 dic. 1996.

EQUIVALENTE DE ARENA

LABORATORIO No. Bolsa # 1

TEMAS: sub-pagante

PROYECTO: ACTIZAC.

13 calle a 11 calle "A" en No. 2002

MATERIAL LIMO ARENOSO CON ARCILLA COLCOCALFE

| 1 | | 2 | |
|------|------|------|------|
| 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.20 |

1.- LECTURA DE ARENA: _____ : _____

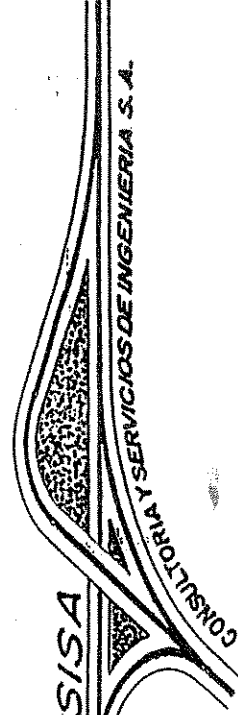
" " ARCILLA 15.1

2.- LECTURA DE ARENA: _____ : _____

" " ARCILLA

PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA: _____ %

CONSISA



Hoja No: _____

Bolsa No: _____

Laboratorio No: Bolsa # 1

Muestra de: Sub-Casante

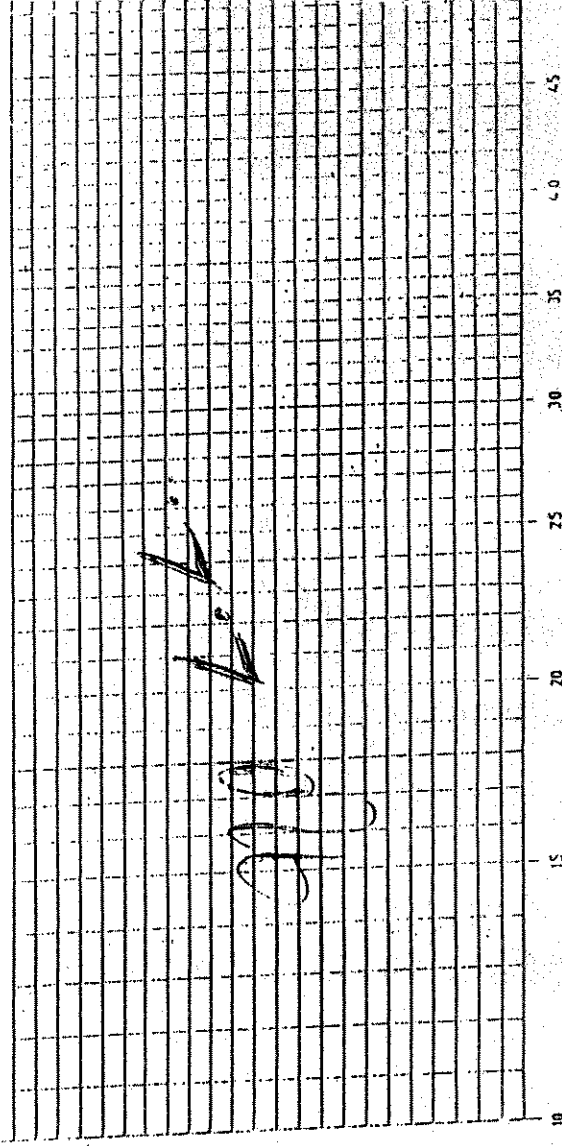
Fecha: 10 diciembre 1996

Proyecto: Cueta-Herang

GRANULOMETRIA Y LIMITES

| TAMIZ | P B R | P N R | % RET | % PASA | T P |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|--------------------|
| 3" | | | | | |
| 2 1/2" | | | | | |
| 2" | | | | | |
| 1 1/2" | | | | | |
| 1" | | | | | |
| 3/4" | | | | | |
| 3/8" | | | | | |
| No 4 | | | | | |
| No 10 | | | | | |
| No 40 | | | | | |
| No 100 | | | | | |
| No 200 | | | | | |
| GRANULOMETRIA GRUESA | | | | | GRANULOMETRIA FINA |
| P. B. | | | | | P. B. |
| TARA | | | | | TARA <u>180.8</u> |
| P. N. | | | | | P. N. |

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



| LIMITE LIQUIDO | | LIMITE PLASTICO | | INDICE PLASTICO | |
|----------------|--------|-----------------|---------|------------------------------|------|
| Tarro | P.B.H. | Tarro | P.B.H. | L.L. | L.P. |
| P.B.S. | P.B.S. | P.B.S. | P.B.S. | L.P. | L.P. |
| Tara | Tara | Tara | Tara | I.P. | I.P. |
| Dif. | Dif. | Dif. | Dif. | I.G. | I.G. |
| P.N.S. | P.N.S. | P.N.S. | P.N.S. | | |
| % HUM | % HUM | % HUM | % HUM | | |
| No Gol | No Gol | % Prom. | % Prom. | Clasificación: <u>-- 2--</u> | |

Localización: 13 Calle a la 11 calle "A"
en CV 309 R Cueta

Exame: usual LIGNERO CLINIC ARENCOS
2004 ALUMNO OSCAR RAMIREZ

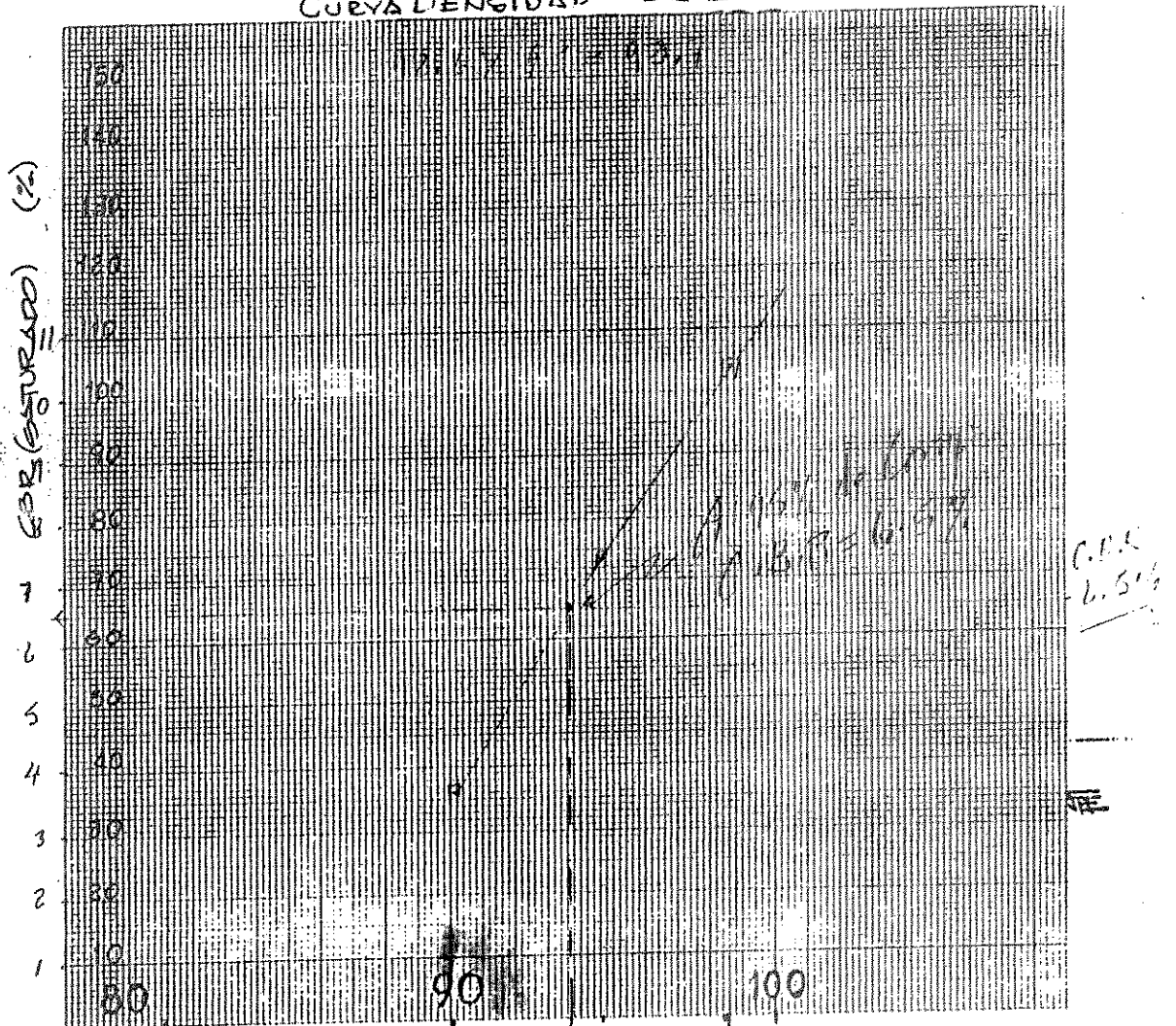
(4-2)

Supervisora No 14 LABORATORIO DE SUELOS CONSISA

PROYECTO: Quetz. Calle "A" a 4^a Calle Zona R
MUESTRA No: Bolsa # 2 FECHA: 17-12-96
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: SUB-1 RESQUE-
MATERIAL: ARCILLA LIMSA COLOR CAFE OSCURO

| PRUEBA No. | NUMERO DE SALTES | COMPACTACION | | COMPAC- TACION (%) | HINCHA- MIENTO (SWELL)% | CBR % |
|---------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------|
| | | W (%) | DENSIDAD (Lb/pe ³) | | | |
| 4 | 65 | 37.5 | 770 | 98.6 | 1.1 | 10.1 |
| 5 | 30 | ✓ | ✓ | 94.7 | 1.1 | 7.3 |
| 6 | 15 | ✓ | ✓ | 90.1 | 1.1 | 3.6 |

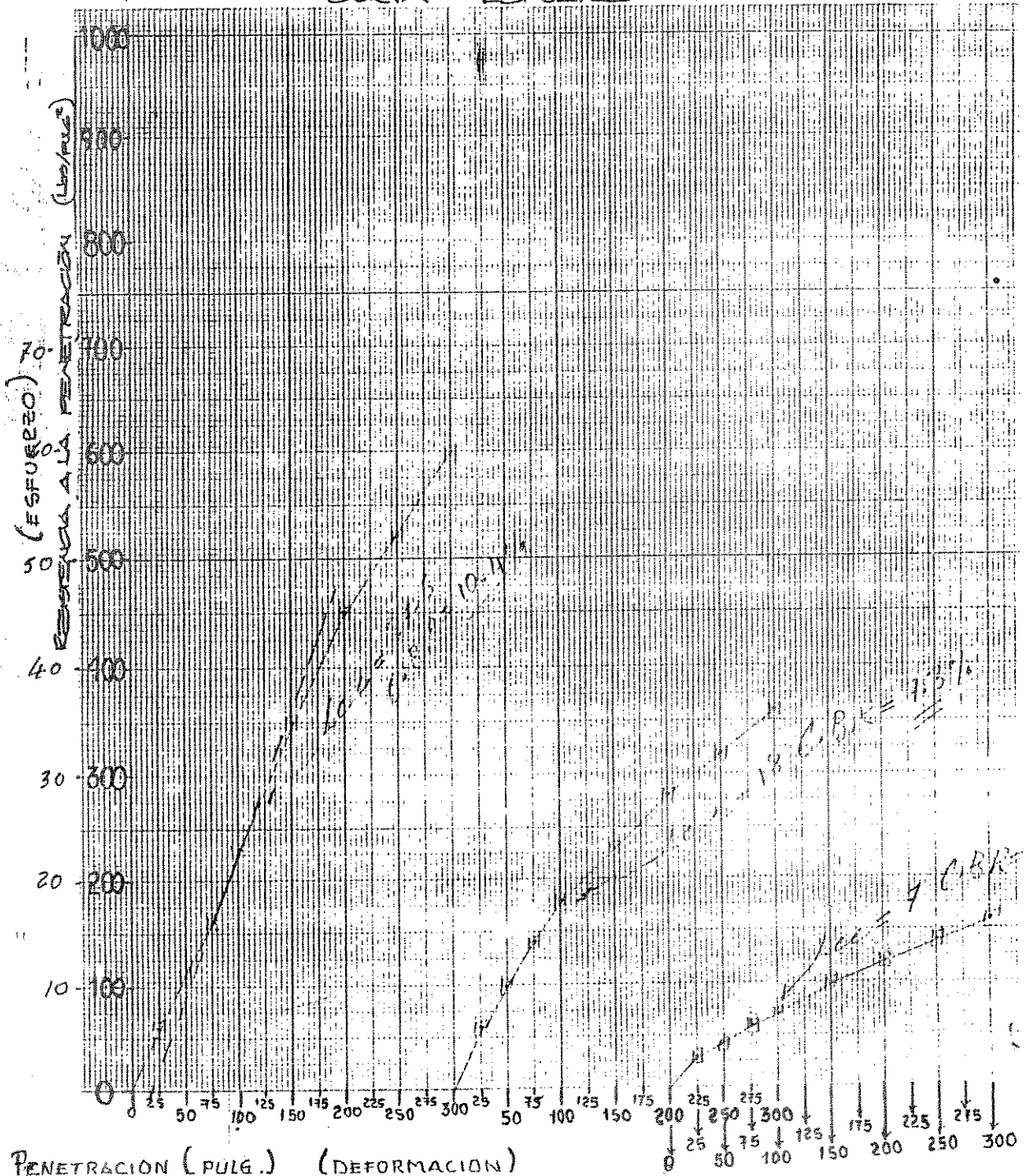
CURVA DENSIDAD CBR



Supervisora No 14
 LABORATORIO DE SUELOS
CONGISA

PROYECTO: Quetzago. 11 Calle "A" a 4^a Calle Zona 2
 MUESTRA NR: B-150 # 2 FECHA: 17 Diciembre 1990
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Sub-Rasante
 MATERIAL: Arcilla Liriosa COLOR: CAFFE OSCURO

CURVA ESFUERZO - DEFORMACION



EFFECTUADO POR _____

V. B.

PROYECTO: A
 SUPERVISORA No 14
 10.1%

Supervisora No. 14

CONYASA

FECHA: 17-12-96

PROYECTO: Quevedo. H. Jalle "A" a Ad. Calle Zona C

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Sub-Resante.

Materiales: Arcilla Lijoso Carga CAS E OBSCURO.

| CARGA (Kg) | LECTURA DE DIVISIONES (X) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|---|---|
| | 0.025 | | 0.075 | | 0.100 | | 0.150 | | 0.200 | | 0.250 | | 0.300 | | 0.400 | | | |
| | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S | X | Y | S |
| 4 | 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

$Y = MX + N$ ECUACION DE LA RECTA DE CALIBRACION.
 X = DIVISIONES (LECTURA DEL DIAL A LA PENETRACION SUPERIOR).
 M, N = CONSTANTES DE CALIBRACION.
 Y = CARGA APLICADA A LA PENETRACION SUPERIOR.

$$S = \frac{Y}{A}$$

S = EFUERZO
 A = AREA DEL PISTON
 Y = CARGA GAS

$$CORR \text{ A LA PENETRACION SUPERIOR} = \frac{CARGA UNIDARIATRO}{CARGA UNIDARIATRO}$$

1030

EJECUTADO POR: _____

DELEGADO RESIDENTE

FECHA: 17 Diciembre

EQUIVALENTE DE ARENA

LABORATORIO No. Bolsa # 2

TRAMO: CJUB-RASANTE.

PROYECTO: QUETZCO. 11 calle A a 14 calle Zona 2.

Material: ARCILLA LIMPIA COLOR CAFE.
OSCURO.

| 1 | | 2 | |
|------|------|------|------|
| 8.14 | 8.58 | 8.19 | 7.03 |
| 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.20 |
| 8.54 | 9.18 | 8.59 | 9.23 |

1.- LECTURA DE ARENA: $\frac{0.6}{8.5}$: 7.1%
" " ARCILLA

2.- LECTURA DE ARENA: $\frac{1.2}{9.9}$: 12.1%
" " ARCILLA

PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA: 9.6 %

No. LABORATORIO Balsa # 2

ESTACION: "Calle" A "a 42" Calle Zona 2



TRAMO: Sob-Basante

PROYECTO: Puertobarranca

Cant. de Material - Grz. — Cant. Agua 0.00

Determinación o/o Humedad. = 20.5 Actual

| Tarro | Tara | P. B. H. | P. B. S. | Dif. | P. N. | o/o H. | Actual |
|-------|------|----------|----------|------|-------|--------|--------|
| 1 | 60.5 | 105.2 | 12.2 | 12.4 | 32.3 | 37.5 | — |

Cil. Humedad Optima del Ensayo

| Tarro | Tara | P. B. H. | P. B. S. | Dif. | P. N. | o/o H. |
|-------|------|----------|----------|------|-------|--------|
| 2 | 60.5 | 131.5 | 10.5 | 16.5 | 44.5 | 37.1 |

| Cil. | Cbr. 65 Golpes | P. N. | Capac. | o/o Compensación (A. 1) |
|------|----------------|-------|--------|-------------------------|
| 1 | 30.5 | Tara | | P. U. S. |
| 2 | 34.3 | 15.8 | 8.5 | 10.18 |

| Cil. | Cbr. 10 Golpes | P. N. | Capac. | o/o Compensación (A. 1) |
|------|----------------|-------|--------|-------------------------|
| 1 | 30.5 | Tara | | P. U. S. |
| 2 | 33.3 | 13.1 | 8.0 | 10.074 |

| Cil. | Cbr. 10 Golpes | P. N. | Capac. | o/o Compensación (A. 1) |
|------|----------------|-------|--------|-------------------------|
| 1 | 30.5 | Tara | | P. U. S. |
| 2 | 33.3 | 15.5 | 7.7 | 10.0818 |

| Goipe | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.200 | 0.300 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 55 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |

FECHA DE ENTRADA MUESTRA: OPERADOR:

| P. B. | Tara | P. N. | P. U. H. | Tarro | Tara | P. B. H. | P. B. S. | Dif. | P. N. S. | o/o H. | Prom. | P. U. S. |
|-------|------|-------|----------|-------|------|----------|----------|------|----------|--------|-------|----------|
| ✓ | 9.55 | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 2 | 61.8 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 2 | 61.8 | 112.7 | 102.8 | 11.9 | 39.0 | 30.5 | 30.5 | 14.5 |
| ✓ | | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 2 | 61.8 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 2 | 61.8 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 1 | 60.5 | | | | | | | |
| ✓ | | | | 2 | 61.8 | | | | | | | |

| ESTUDIO: | P. U. S. MAX. 77.0 |
|---------------------------|--------------------|
| Completo. | P. U. S. MAX. 37.5 |
| CLASIFICACION VISUAL: | |
| Proctor Standard A 3 | |
| de Cilindro | |
| de Material | |
| del Cilindro 100 P. lbs 7 | |
| Agua Inicial Cant. | |
| Seguido con | |
| Operador: | |
| Observaciones: Material | |
| Gralla limosa cc-p | |
| 100% agua c. c. c. c. c. | |

CONSISA

CONSULTORIA Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.

SUPER. #14

Hoja No: _____

Bolsa No: # **R**

Laboratorio No: _____

Muestra de: Sud-Corazone

Fecha: 17 Diciembre 1990

Proyecto: Dueto Benaco

GRANULOMETRIA Y LIMITES

| TAMIZ | P.B.R | P.N.R | % RET | % PASA | T P |
|--------|-------|-------|-------|--------|-----|
| 3" | | | | | |
| 2 1/2" | | | | | |
| 2" | | | | | |
| 1 1/2" | | | | | |
| 1" | | | | | |
| 3/4" | | | | | |
| 3/8" | | | | | |

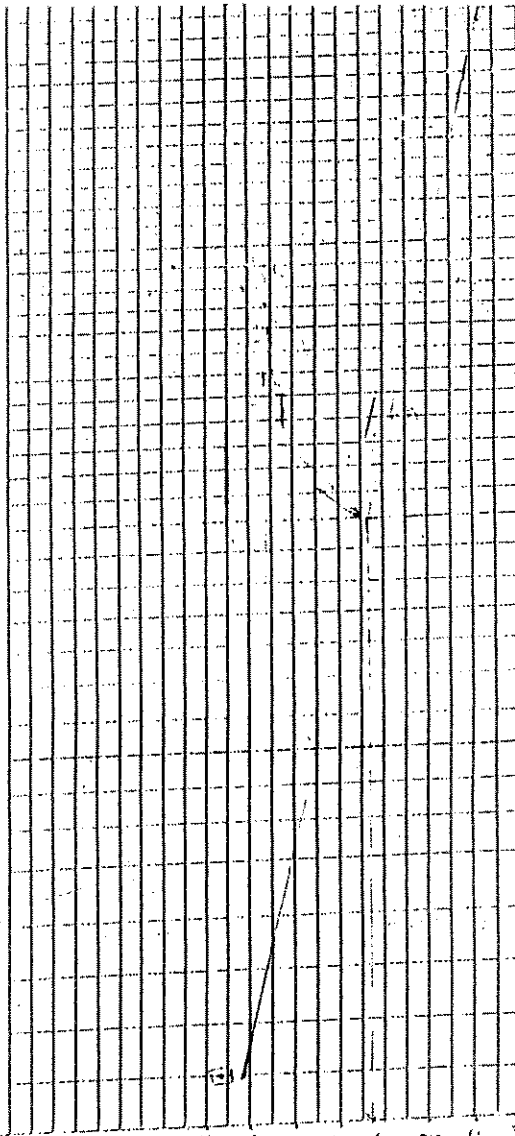
| | |
|--------|--|
| No 4 | |
| No 10 | |
| No 40 | |
| No 100 | |
| No 200 | |

| GRANULOMETRIA GRUESA | GRANULOMETRIA FINA |
|----------------------|--------------------|
| P. B. | 845.4 |
| TARA | 180.5 |
| P. N. | 664.9 |

Localización: 11 calle "A" a la calle Zonar

Examen visual: Material fino como arena gruesa

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



| LIMITE LIQUIDO | | LIMITE PLASTICO | | INDICE PLASTICO | |
|----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| Tarro | 7 | 10 | 12 | Tarro | 12 |
| P.B.H | 77.02 | 83.02 | 85.02 | P.B.H | 24.12 |
| P.B.S | 72.11 | 78.11 | 80.11 | P.B.S | 20.12 |
| Tara | 11.34 | 11.34 | 11.34 | Tara | 11.34 |
| Dif. | | | | Dif. | 1.6 |
| P.N.S | | | | P.N.S | |
| % HUM | | | | % HUM | |
| No Gol | | | | % Prom | |

Efectuó: _____ Cálculo: _____ Revisó: _____

Localización: 11 calle "A" a la calle Zonar

ANEXO IV
LIBRETAS DE CAMPO DE LEVANTAMIENTO
TOPOGRAFICO (PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA),
CANTON LA PEDRERA

DESCRIPCION DE LA LINEA: GRAN CAMINO 10, LA VERDEPA
 AVIETAZU (EN VINO)

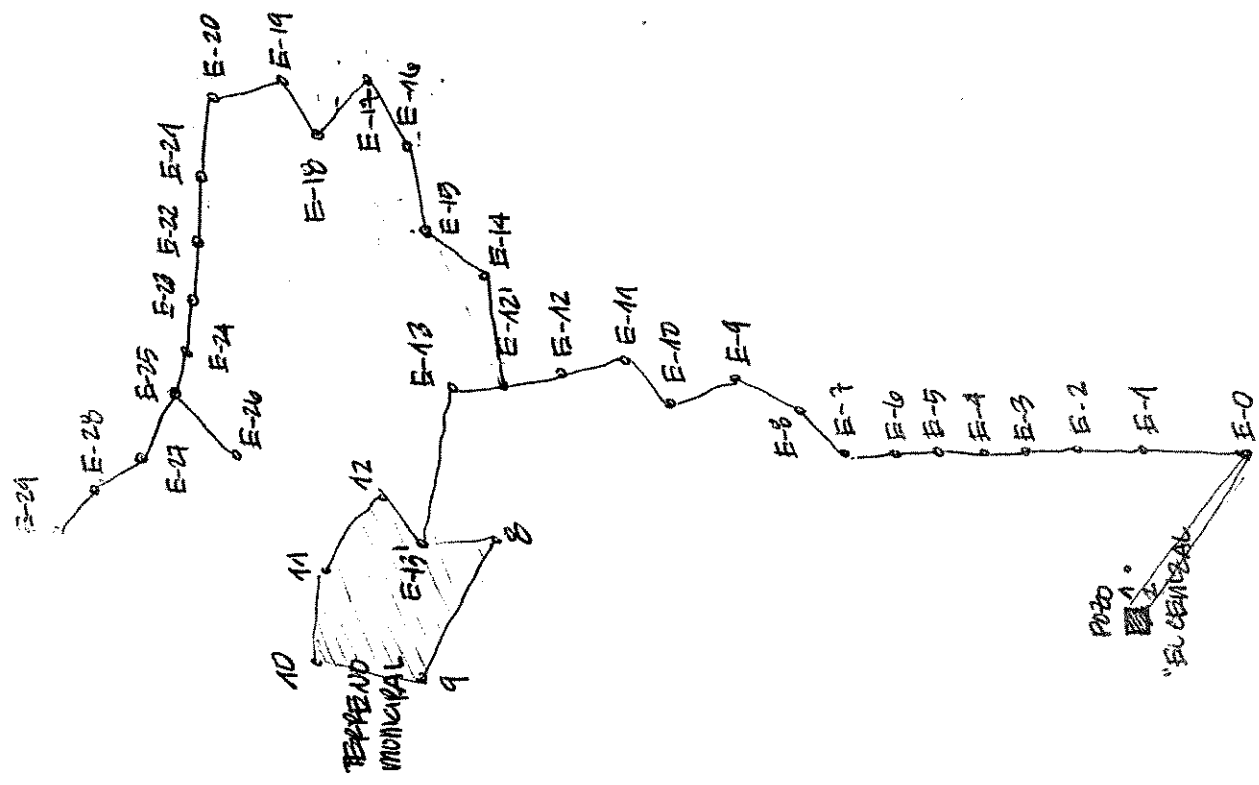
| ESTACION | P.O. | DISTANCIA | AZIMUT | ESTACION | P.O. | DISTANCIA | AZIMUT |
|----------|------|-----------|---------|----------|------|-----------|---------|
| E-0 | 10 | 13.25 | 168°23' | E-19 | E-20 | 30.55 | 77°00' |
| | 2 | 11.90 | 181°39' | E-20 | E-21 | 63.30 | 326°59' |
| | E-1 | 216.49 | 244°14' | E-21 | E-22 | 42.10 | 313°22' |
| E-1 | E-2 | 79.57 | 232°14' | E-22 | E-23 | 36.50 | 300°46' |
| E-2 | E-3 | 16.23 | 264°57' | E-23 | E-24 | 26.60 | 293°38' |
| E-3 | E-4 | 50.63 | 254°13' | E-24 | E-25 | 13.80 | 271°40' |
| E-4 | E-5 | 55.10 | 274°20' | E-25 | E-26 | 56.82 | 251°40' |
| E-5 | E-6 | 32.20 | 299°58' | E-26 | E-27 | 29.10 | 279°29' |
| E-6 | E-7 | 10.34 | 290°57' | E-27 | E-28 | 12.65 | 6°58' |
| E-7 | E-8 | 18.94 | 311°18' | E-28 | E-29 | 24.84 | 78°25' |
| E-8 | E-9 | 49.67 | 304°14' | E-29 | E-30 | 20.15 | 232°23' |
| E-9 | E-10 | 34.22 | 290°51' | E-30 | E-31 | 56.83 | 214°49' |
| E-10 | E-11 | 45.25 | 313°04' | E-31 | E-32 | 54.35 | 202°38' |
| E-11 | E-12 | 33.02 | 263°07' | E-32 | E-33 | 25.82 | 236°08' |
| E-12 | E-13 | 53.35 | 273°07' | E-33 | E-34 | 63.23 | 258°45' |
| E-12 | E-12 | 44.09 | 273°38' | E-34 | E-35 | 31.80 | 137°54' |
| E-13 | 3 | 5.20 | 182°30' | E-35 | E-36 | 18.90 | 234°36' |
| | 4 | 17.26 | 245°41' | E-36 | E-37 | 21.60 | 260°52' |
| | 5 | 21.38 | 295°21' | E-37 | E-38 | 23.55 | 197°45' |
| | 6 | 9.20 | 1°54' | E-38 | E-39 | 32.03 | 197°45' |
| | 7 | 6.00 | 45°11' | E-39 | E-40 | 41.40 | 257°14' |
| E-12 | E-14 | 17.93 | 21°14' | E-40 | E-41 | 53.81 | 243°39' |
| E-14 | E-15 | 40.15 | 320°32' | E-41 | 8 | 6.02 | 970°42' |
| E-15 | E-16 | 45.03 | 27°41' | E-42 | 9 | 15.45 | 766°40' |
| E-16 | E-17 | 17.60 | 317°40' | E-43 | 10 | 13.00 | 219°16' |
| E-17 | E-18 | 26.66 | 268°26' | E-44 | 11 | 5.36 | 248°44' |
| E-18 | E-19 | 37.46 | 27°02' | E-45 | 12 | 3.18 | 300°09' |

SECCION DE ELECTRICIDAD

BOGOTÁ, COLOMBIA

QUETZALBÁN

NOVARTE

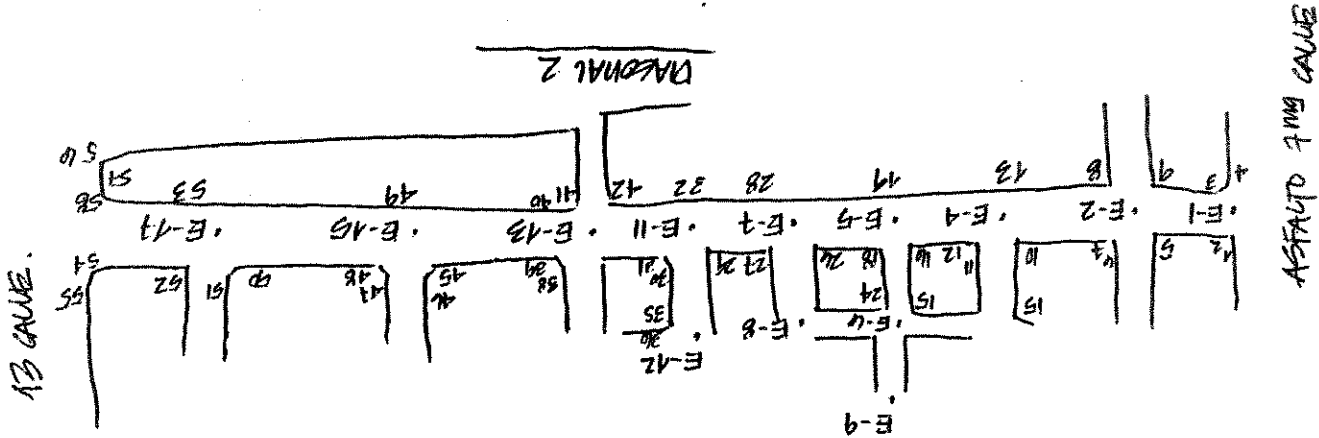
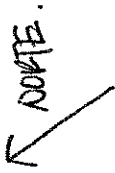


| PUNTO | VA | HI | VI | PV | COTA |
|------------|-------|----------|-------|-------|----------|
| B.M | 1,07 | 1001,07 | | | 1000,000 |
| E-0 | | | 1,698 | | 999,332 |
| BAJADA N 1 | | | 1,22 | | 999,850 |
| BAJADA N 2 | | | 1,10 | | 999,970 |
| 0 + 020 | 3,891 | 1004,576 | | 0,385 | 1000,685 |
| 0 + 040 | | | 3,68 | | 1001,846 |
| 0 + 060 | | | 1,260 | | 1003,210 |
| 0 + 080 | 3,84 | 1008,704 | 3,642 | 0,112 | 1004,464 |
| 0 + 100 | | | 1,685 | | 1004,662 |
| 0 + 120 | 3,944 | 1012,175 | | 0,123 | 1000,619 |
| 0 + 140 | | | 3,805 | | 1008,181 |
| 0 + 160 | 3,74 | 1015,670 | 1,718 | | 1008,370 |
| 0 + 180 | | | 2,988 | 0,285 | 1010,457 |
| 0 + 200 | 3,39 | 1018,742 | | | 1011,89 |
| E-1 | | | 2,561 | | 1011,642 |
| 0 + 020 | 3,845 | 1022,351 | | 0,278 | 1014,396 |
| 0 + 040 | | | 2,991 | | 1015,352 |
| 0 + 060 | | | 1,005 | | 1016,181 |
| 0 + 080 | 3,84 | 1026,151 | | 0,226 | 1017,905 |
| 0 + 100 | | | 2,832 | 0,04 | 1018,806 |
| E-2 | 3,938 | 1029,689 | 0,140 | | 1019,360 |
| E-3 | 3,935 | 1032,452 | | 0,172 | 1021,346 |
| | | | 3,300 | | 1022,311 |
| | | | | | 1023,319 |
| | | | | | 1025,751 |
| | | | | | 1029,517 |
| | | | | | 1030,122 |

ANEXO V
LIBRETAS DE CAMPO DE LEVANTAMIENTO
TOPOGRAFICO (PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA),
CANTON CHOQUI

DESCRIPCION DE LA LINEA: NIVELACION VIA DE ACCESO A CANTÓN
 CHIRUI, QUETZATENANGO.

FECHA: 22/11/90



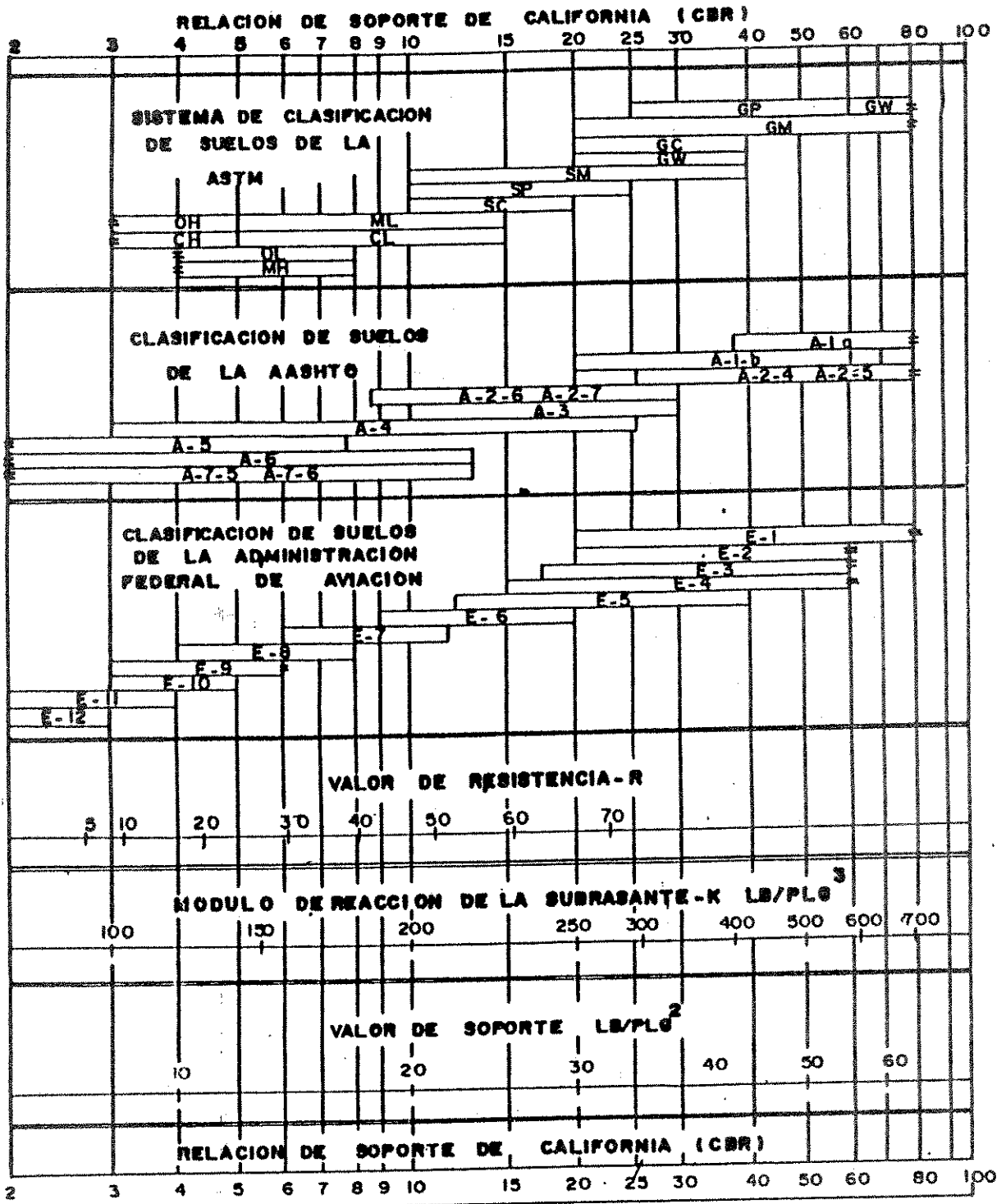
| PUNTO | VA | HI | VI | PV | COTA |
|------------------|-------|---------|-------|------|---------|
| B.M. | 1,10 | 100,10 | | | 100,000 |
| E-1 +0+00 | | | 1,05 | | 100,050 |
| + 20,00 | | | 1,30 | | 99,800 |
| + 40,00 | | | 1,43 | | 99,670 |
| + 60,00 | | | 1,44 | | 99,660 |
| + 80,00 | | | 1,45 | | 99,625 |
| E-2 +0+00 | | | 1,55 | | 99,550 |
| | 1,125 | 100,915 | | 1,31 | 99,790 |
| + 20,00 | | | 1,50 | | 99,415 |
| + 40,00 | | | 1,41 | | 99,505 |
| + 60,00 | | | 1,50 | | 99,415 |
| E-3 | | | 1,74 | | 99,175 |
| SALIDA DE E-2 | | | | | |
| + 20,00 | | | 1,47 | | 99,445 |
| + 40,00 | | | 1,51 | | 99,405 |
| + 60,00 | | | 1,43 | | 99,485 |
| + 80,00 | | | 1,44 | | 99,475 |
| E-4 +0+00 | 1,468 | | | 1,44 | 99,475 |
| + 20,00 | | | 1,81 | | 99,133 |
| + 40,00 | | | 1,93 | | 99,013 |
| + 60,00 | | | 1,98 | | 98,963 |
| + 80,00 | | | 1,85 | | 99,043 |
| E-6 +0+00 | | | 1,74 | | 99,203 |
| E-4 | | | | | |
| + 20,00 | | | 1,552 | | 99,241 |
| E-5 +0+00 | 1,367 | | | 1,74 | 99,203 |
| B.M. 2 | | | 1,363 | | 99,207 |

DESCRIPCION DE LA LINEA: CAMBIAMIENTO VIA DE ACCESO A CASAS PUEBLO, 22-11-10
 CHOCUI, QUETZAJENANTO.

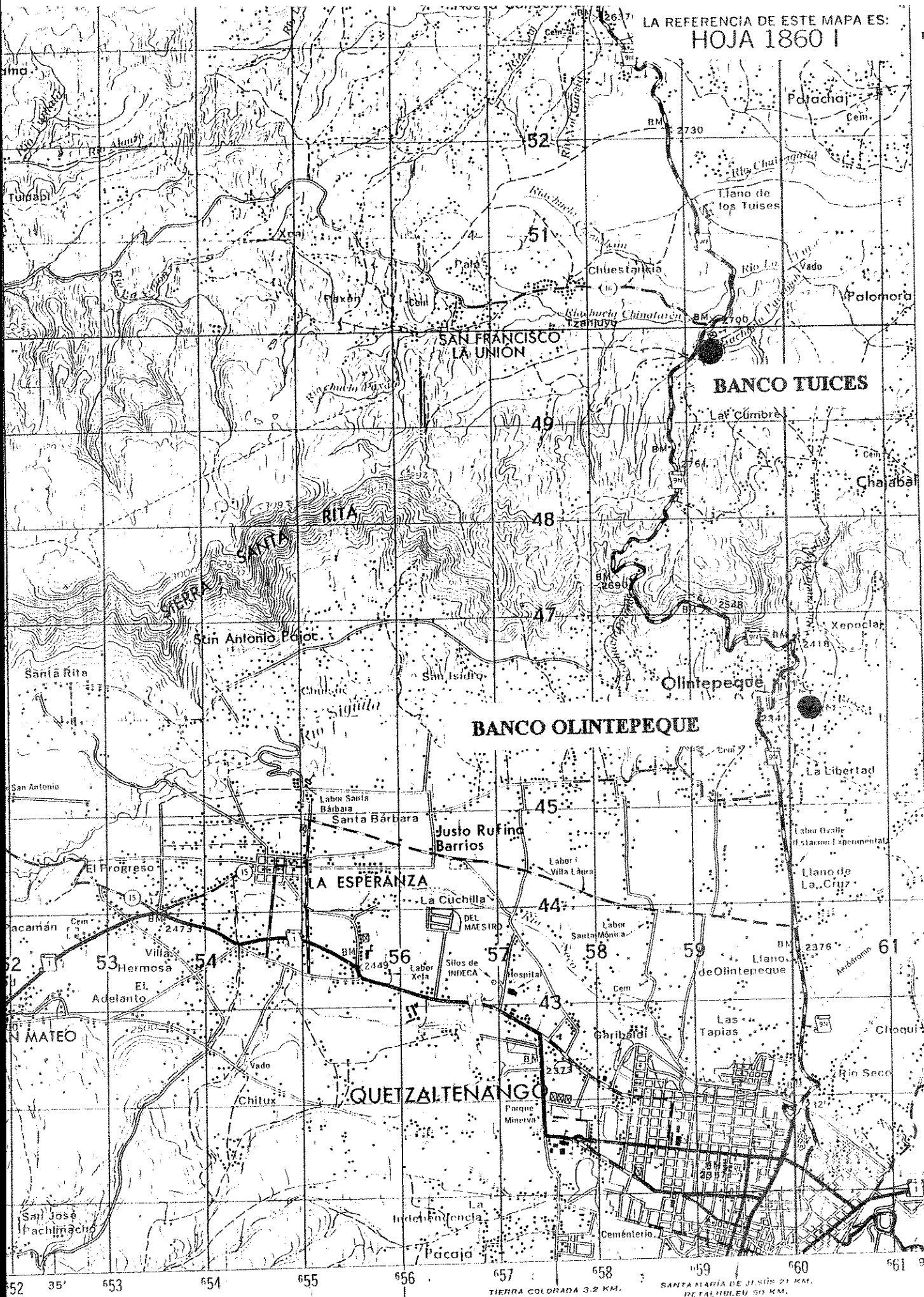
| ESTACION | P.O. | DISTANCIA | AZIMUT | ESTACION | P.O. | DISTANCIA | AZIMUT |
|----------|------|-----------|------------|----------|------|-----------|---------|
| E-1 | 1 | 11.60 | 328°13' | | 21 | 10.71 | 275°24' |
| | 2 | 11.20 | 337°50' | | 22 | 7.21 | 348°11' |
| | 3 | 13.76 | 91°08' | | 23 | 8.05 | 80°25' |
| | 4 | 14.78 | 107°06' | | 24 | 8.00 | 90°10' |
| E-2 | E-2 | 93.03 | 48°22' | | 25 | 7.49 | 182°15' |
| | 5 | 11.31 | 274°34' | | E-9 | 89.67 | 306°08' |
| | 6 | 9.82 | 332°52' | E-7 | 26 | 10.87 | 278°03' |
| | 7 | 9.35 | 340°52' | | 27 | 9.06 | 339°43' |
| | 8 | 12.12 | 102°03' | | 28 | 10.68 | 131°42' |
| | 9 | 12.93 | 147°0' | | E-10 | 91.90 | 329°01' |
| E-3 | E-3 | 87.75 | 304°21'30" | | E-11 | 44.00 | 47°15' |
| E-4 | E-4 | 92.30 | 47°41'15" | E-11 | E-12 | 97.15 | 306°16' |
| E-4 | 10 | 13.97 | 271°38' | | 29 | 11.20 | 277°15' |
| | 11 | 11.12 | 329°12' | | 30 | 10.02 | 329°33' |
| | 12 | 10.05 | 340°56' | | 31 | 9.28 | 341°00' |
| | 13 | 8.00 | 133°56' | | 32 | 10.50 | 130°51' |
| E-5 | E-5 | 43.66 | 46°42' | | E-13 | 43.95 | 45°48' |
| E-6 | E-6 | 99.70 | 306°23' | E-12 | 33 | 6.27 | 177°58' |
| | 14 | 9.70 | 103°11' | | 34 | 6.60 | 191°18' |
| | 15 | 10.42 | 175°32' | | 35 | 6.67 | 80°26' |
| E-5 | E-7 | 46.90 | 47°03' | | 36 | 6.80 | 91°07' |
| | 16 | 11.33 | 278°18' | E-13 | 37 | 10.49 | 272°06' |
| | 17 | 11.90 | 285°09' | | 38 | 9.32 | 346°06' |
| | 18 | 9.49 | 343°32' | | 39 | 9.23 | 352°05' |
| | 19 | 11.58 | 113°27' | | 40 | 14.51 | 98°48' |
| E-8 | E-8 | 96.17 | 306°45'30" | | 41 | 14.74 | 102°50' |
| E-8 | 20 | 10.65 | 267°07' | | 42 | 12.01 | 156°44' |

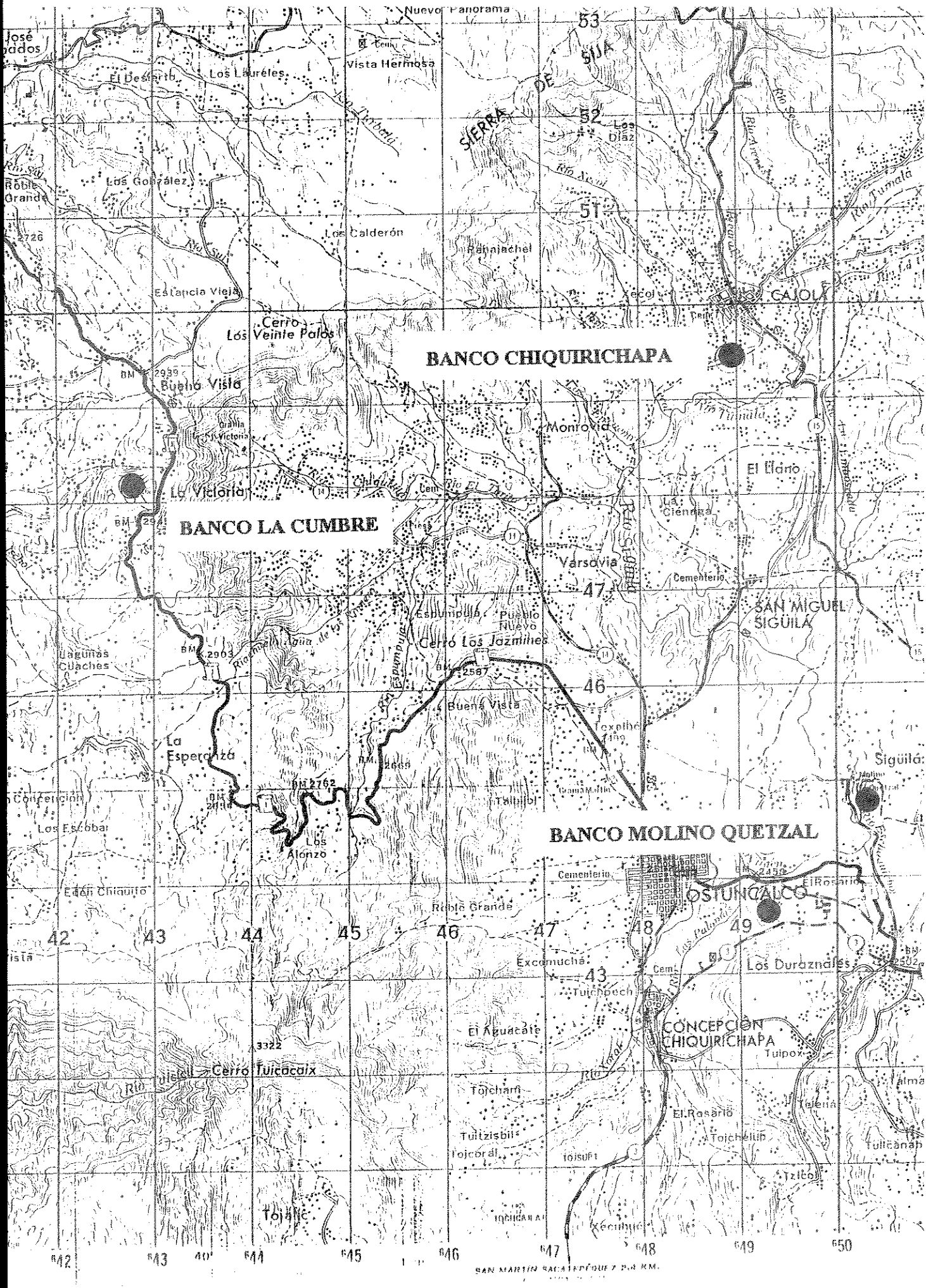
ANEXO VI
INTERRELACION APROXIMADA DE LAS
CLASIFICACIONES DE SUELOS Y LOS VALORES SOPORTE

Infèrrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte



ANEXO VII
LOCALIZACION DE BANCOS UTILIZADOS EN EL AREA DE
QUETZALTENANGO



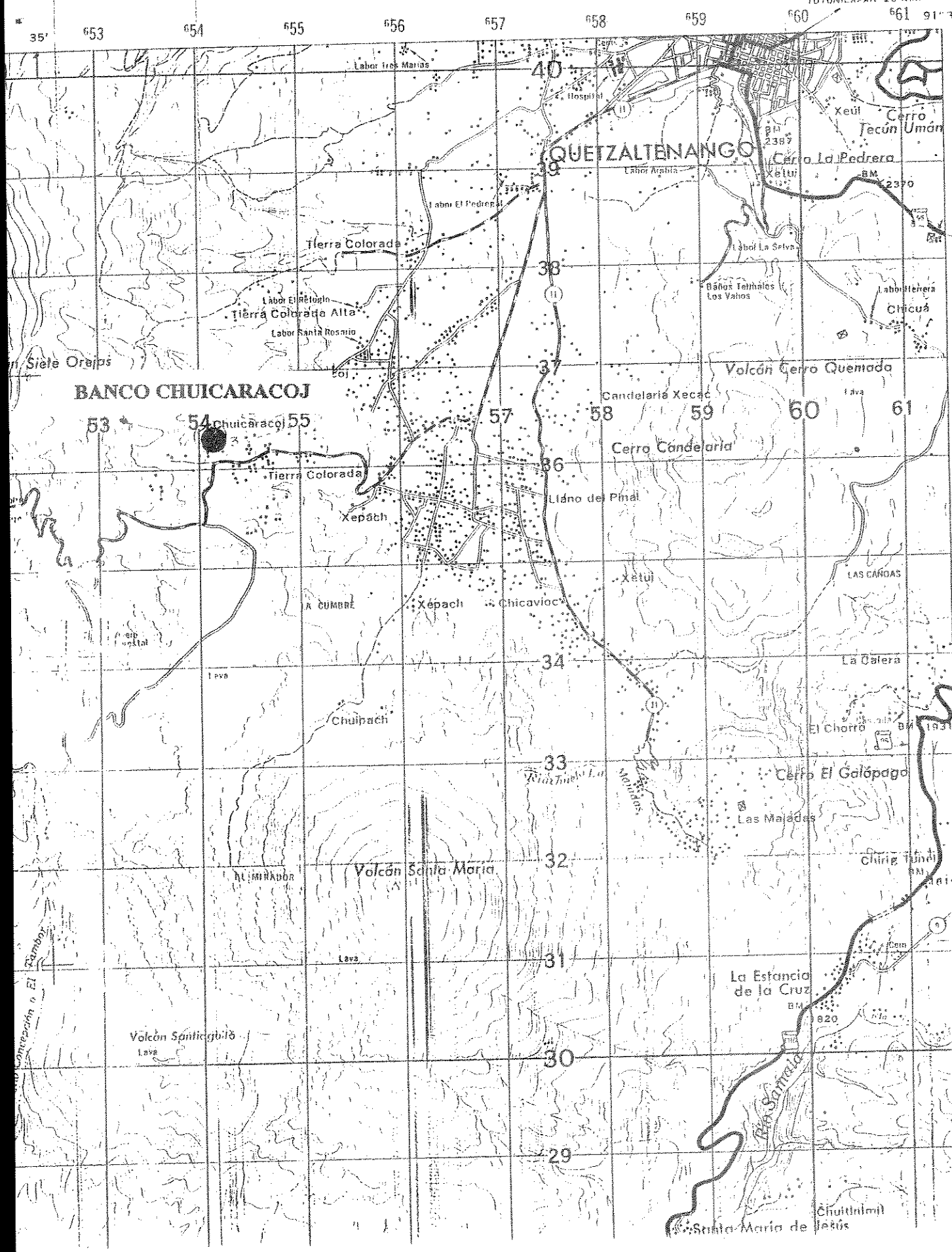


BANCO CHIQUIRICHAPA

BANCO LA CUMBRE

BANCO MOLINO QUETZAL

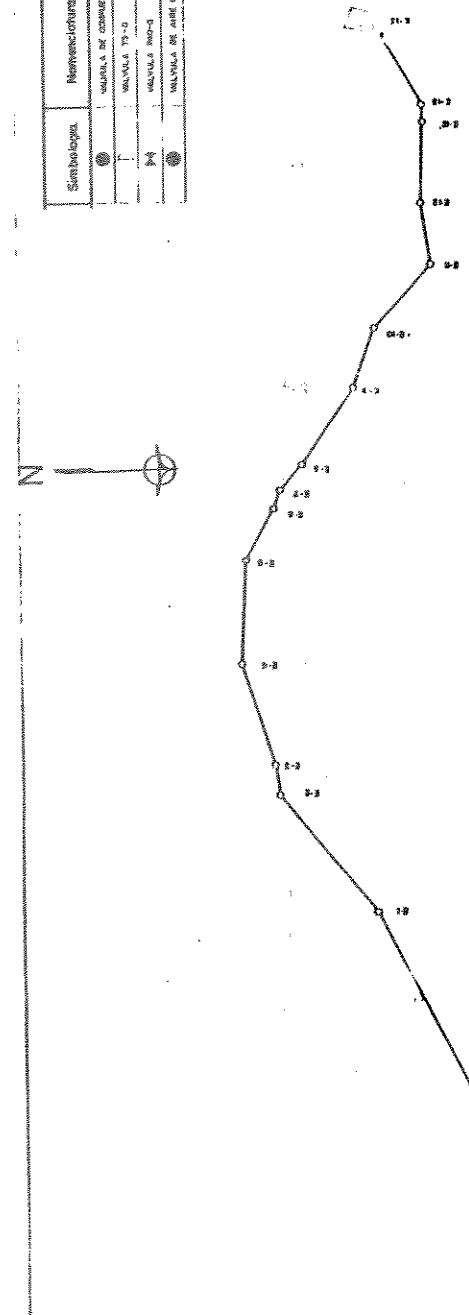
TOTONICAPÁN 26 KM.



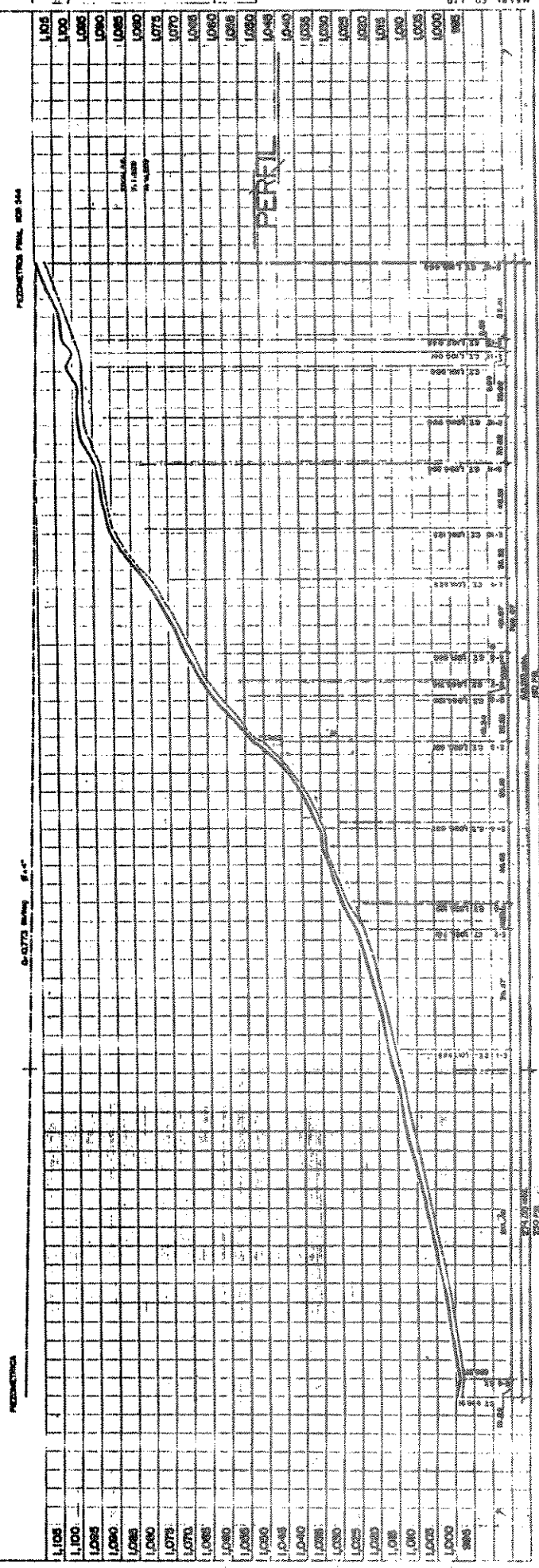
ANEXO VIII
PLANOS DE LA INTRODUCCION DE AGUA POTABLE AL
CANTON LA PEDRERA

| | |
|---|---|
| UBA.S. E.P.S. MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | UBA.S. EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE INGENIERIA, U.S.A.C. MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| PROYECTO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | PROYECTO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| OBJETIVO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | OBJETIVO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| FECHA MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | FECHA MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| ESCALA MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | ESCALA MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| PROYECTANTE MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | PROYECTANTE MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| APROBADO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | APROBADO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| FECHA DE APROBACION MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | FECHA DE APROBACION MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO |
| LINEA DE CONDUCCION | |

| Simbologia | Rememoracion, Valores |
|------------|-------------------------|
| ⊙ | MANIVELA DE CONCRETO |
| ⊙ | MANIVELA 15-0 |
| ⊙ | MANIVELA 30-0 |
| ⊙ | MANIVELA DE JARRE METAL |



LINEA DE CONDUCCION

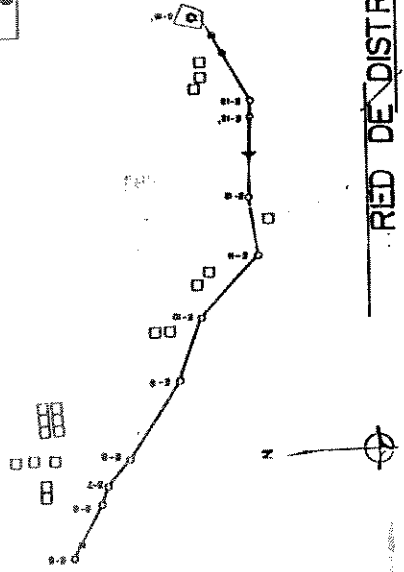


EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 FACILIDAD DE INGENIERIA, U.S.A.C.
 MUNICIPALIDAD DE QUITZALTENANGO
 DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE.
 CANTON LA PEDRERA.

RED DE DISTRIBUCION

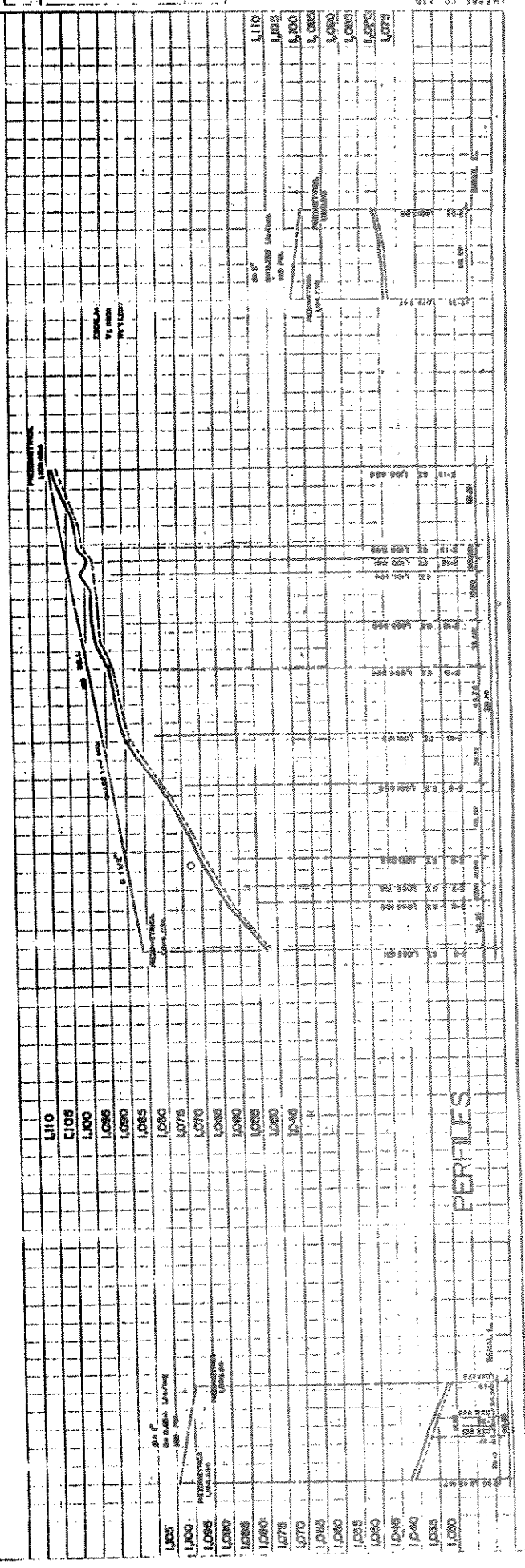
No. 6

| Simbología | Nomenclatura |
|------------|------------------------------------|
| ○ | Reservorio |
| ○ | VALVULA DE AIRE RELAJADO Y VENTIL. |
| ○ | VALVULA 75-0. |
| ○ | VALVULA 400. |
| ○ | VALVULA DE SOBREPASA. |
| ○ | VALVULA DE CERRAMIENTO. |



| Simbología | Nomenclatura |
|------------|--------------------------|
| ○ | Planta |
| ○ | TRAMO DE DISTRIBUCION |
| ○ | RAMBO DE LITACION |
| ○ | VALVULA |
| ○ | LINEA DE DISTRIBUCION |
| ○ | Perfil |
| ○ | OTRO ACCESORIO |
| ○ | OTRO DEL TUBERIAL |
| ○ | OTRO DEL TUBERIAL |
| ○ | TUBERIA DIAMETRO NOMINAL |
| ○ | CAJON |
| ○ | DIAMETRO TUBERIAL |

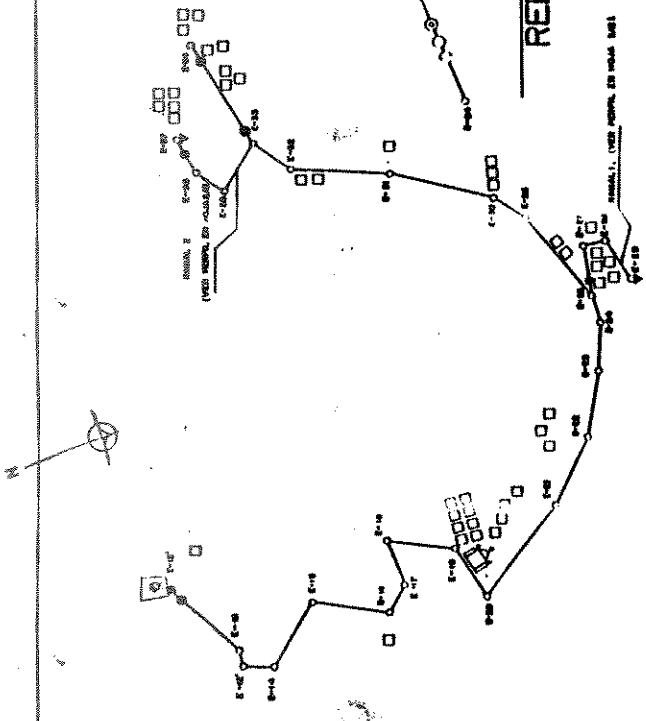
RED DE DISTRIBUCION



| | |
|--|---|
| SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE INGENIERIA, U.S.A.C. MUNICIPALIDAD DE QUE ZALTENANGO INTRODUCCION DE AGUA POTABLE CANTON LA PEDRERA RED DE DISTRIBUCION | EPS PROYECTO FECHA ESTADO PROYECTADO POR REVISADO POR APROBADO POR FECHA DE APROBACION |
|--|---|



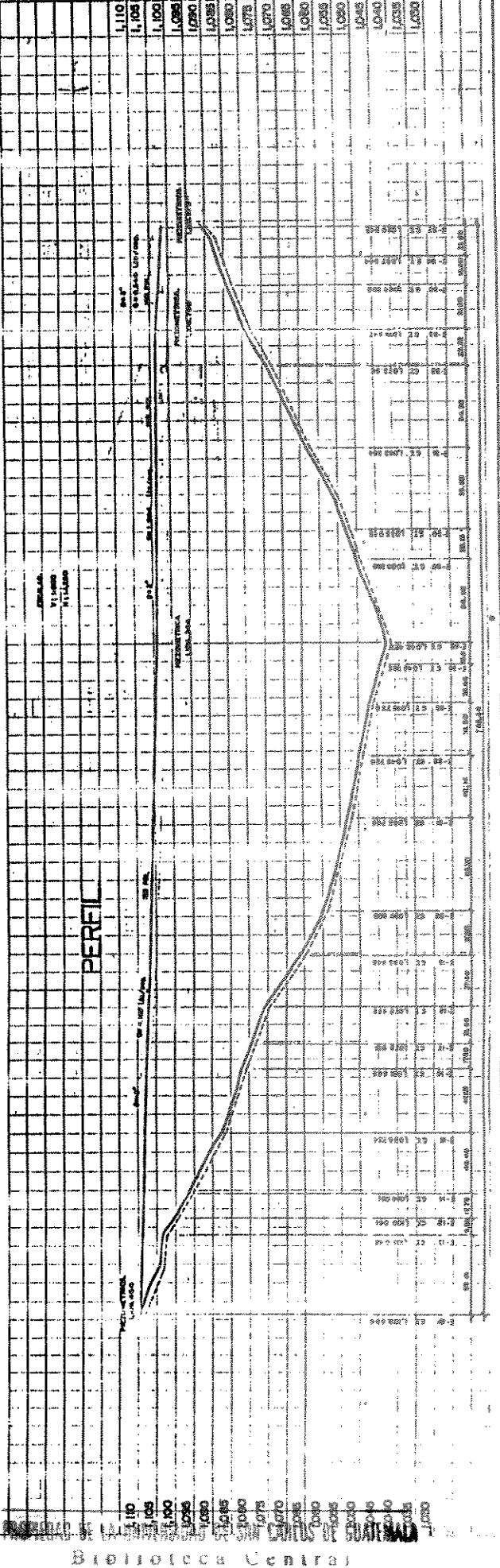
| Simbología | Nomenclatura Véctores |
|------------|----------------------------------|
| ① | VALVULA DE AIRE FUJIDOS Y RETEN. |
| ② | VALVULA 75-4 |
| ③ | VALVULA 450 |
| ④ | VALVULA DE LIMPieza |
| ⑤ | VALVULA DE COMPARTIM. |

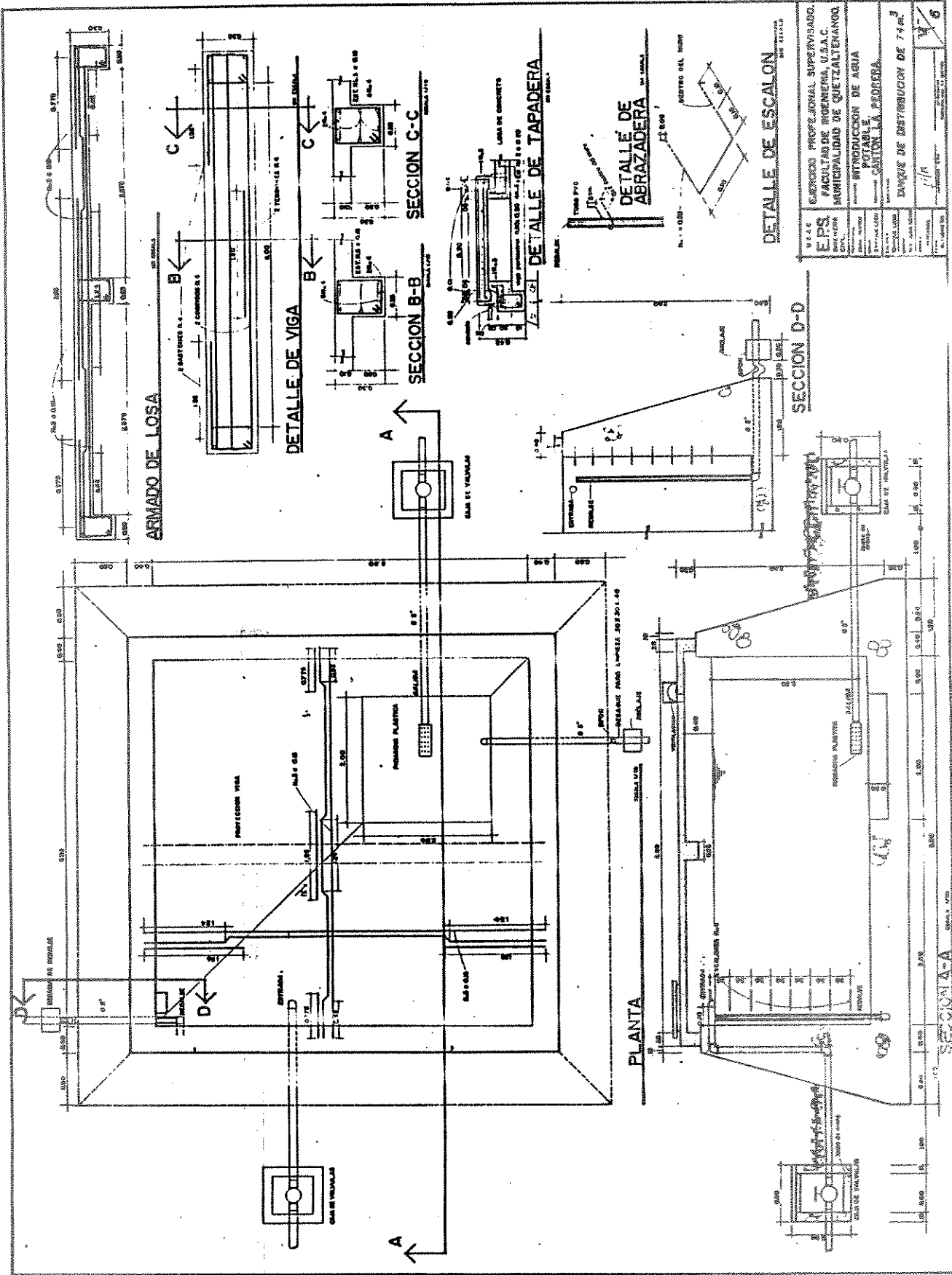


| Simbología | Nomenclatura |
|------------|-----------------------|
| ⊕ | Punto |
| → | Tubo de distribución |
| — | Línea de distribución |
| ⊕ | Valvula de Retención |
| ⊕ | Valvula |
| ⊕ | Nomenclatura Perfil |
| — | Perfil |
| — | Perfil del terreno |
| — | Perfil de tubería |
| — | Tubo de distribución |
| — | Manómetro |
| — | Manómetro vertical |

RED DE DISTRIBUCION

ESCALA: 1:1000





| | |
|---|--|
| U.S.A.C. CERCOJO PROFESIONAL SUPERVISADO. FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C. MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ESTACION LA PEÑERA | |
| No. de Proyecto: 117 No. de Hoja: 6 No. de Edificio: | No. de Proyecto: 117 No. de Hoja: 6 No. de Edificio: |
| DIVISION DE DISTRIBUCION DE T.A.M. | |

DETALLE DE ESCALON

DETALLE DE ABRAZADERA

DETALLE DE TAPADERA

SECCION C-C

SECCION B-B

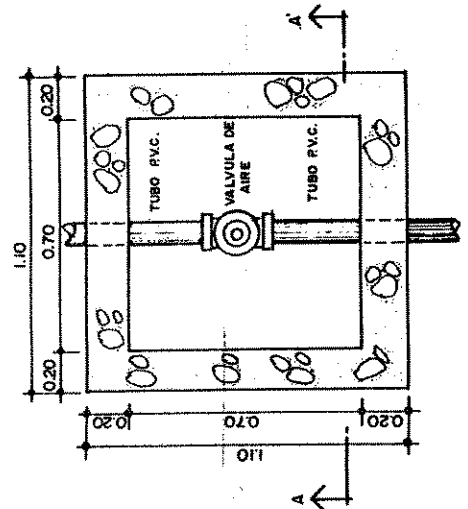
DETALLE DE VIGA

ARMADO DE LOSA

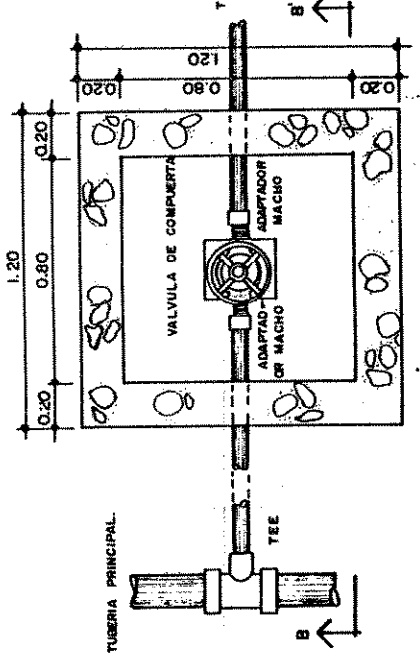
PLANTA

SECCION A-A

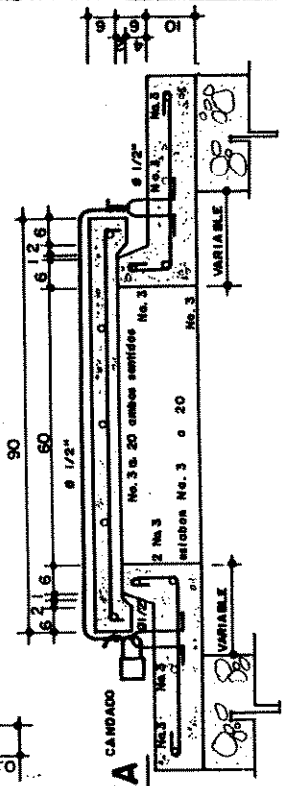
117



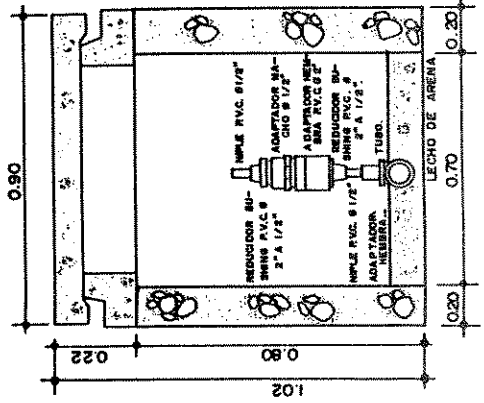
**PLANTA:
VALVULA DE AIRE**
SIN ESCALA.



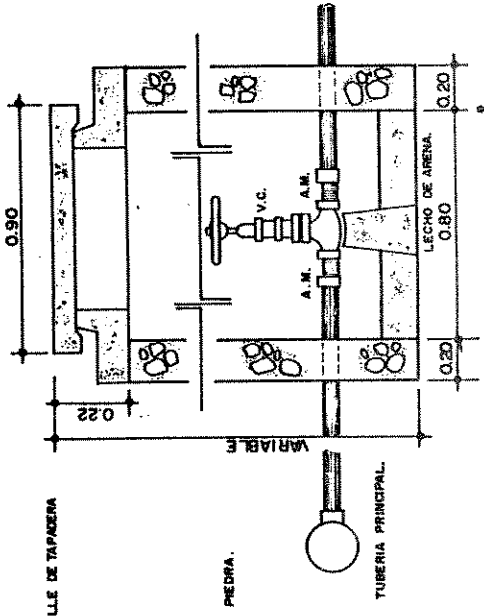
**PLANTA
VALVULA DE LIMPIEZA**
SIN ESCALA.



DETALLE DE TAPADERA.
SIN ESCALA
COTAS EN CMS.



SECCION A-A'
SIN ESCALA



SECCION B-B'
SIN ESCALA

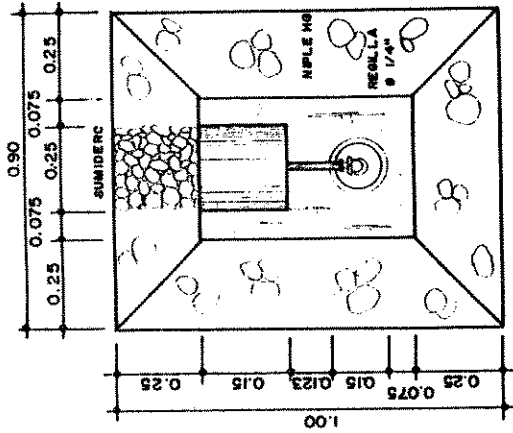
EPS INGENIERIA CIVIL, USAC
MUNICIPALIDAD DE QUETGO.

VALVULAS

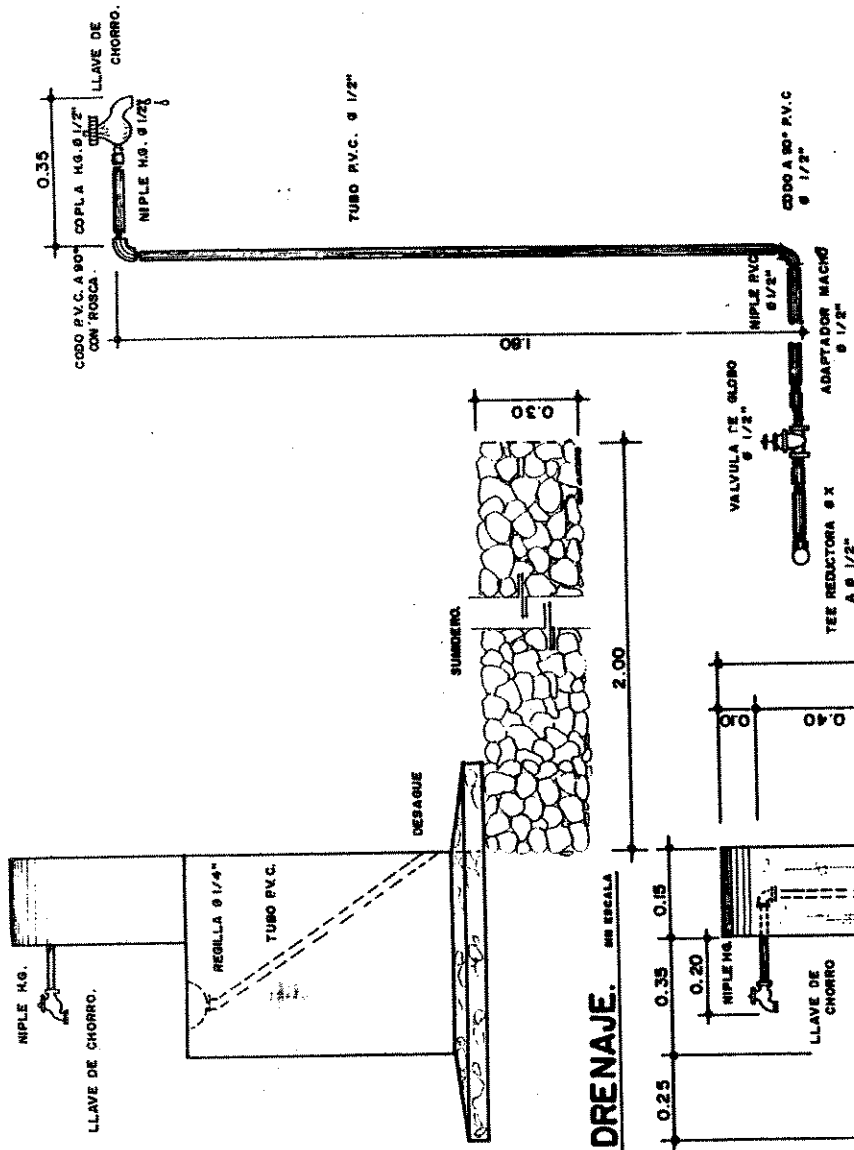
ENRIQUE LEON

HOJA N.

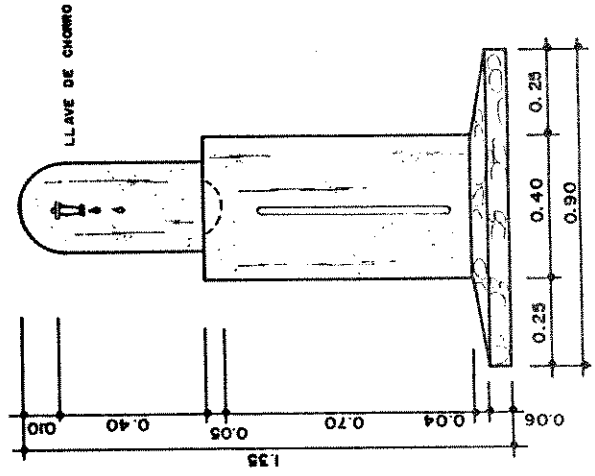
1/2



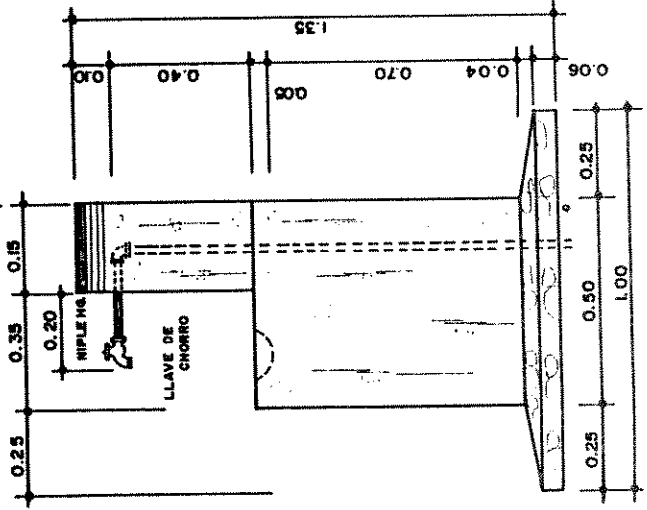
PLANTA. SIN ESCALA.



DRENAJE. SIN ESCALA.



ELEVACION. SIN ESCALA.



PERFIL. SIN ESCALA.

DETALLE DE INSTALACION. SIN ESCALA.

E.P.S. INGENIERIA CIVIL USAC
MUNICIPALIDAD DE QUETGO.

LEENACANTARO

ENRIQUE LEON

HOJA No.

2/2

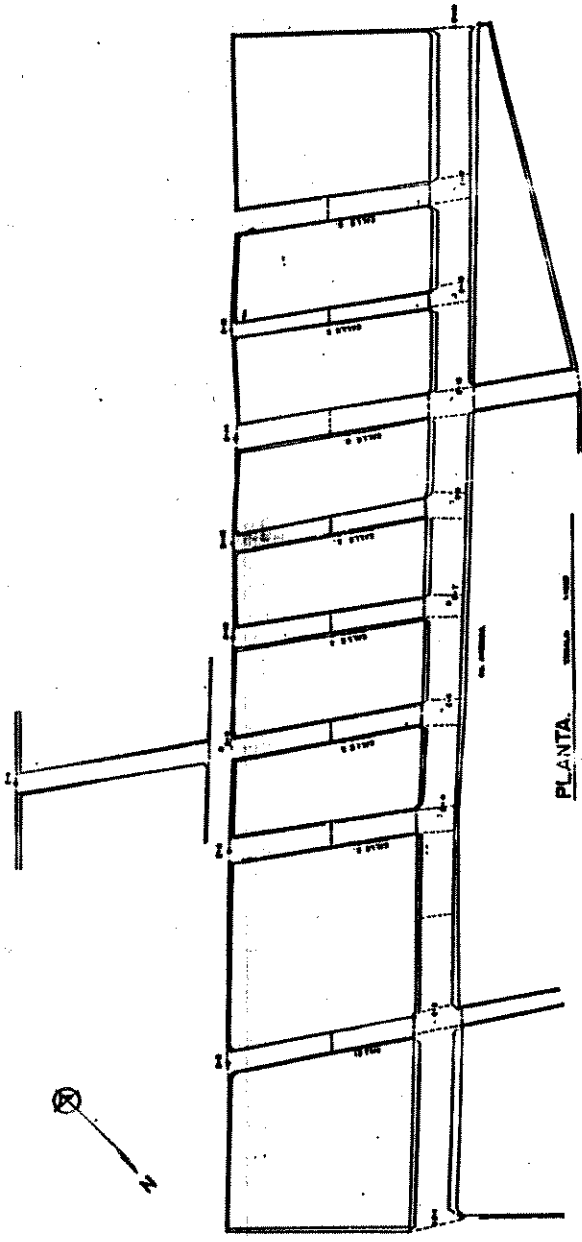
ANEXO IX
PLANOS DE LA PAVIMENTACION DE LA VIA DE ACCESO
AL CANTON CHOQUI

| | |
|--|--|
| EPS. SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO. | |
| FACULTAD DE INGENIERIA, U.S.A.C. | |
| MUNICIPALIDAD DE QUITZALTENANGO. | |
| VIA DE ACCESO | |
| CANTON CAOGU. | |
| PLANTAPERFIL. | |
| 1/50 | |
| 6 | |

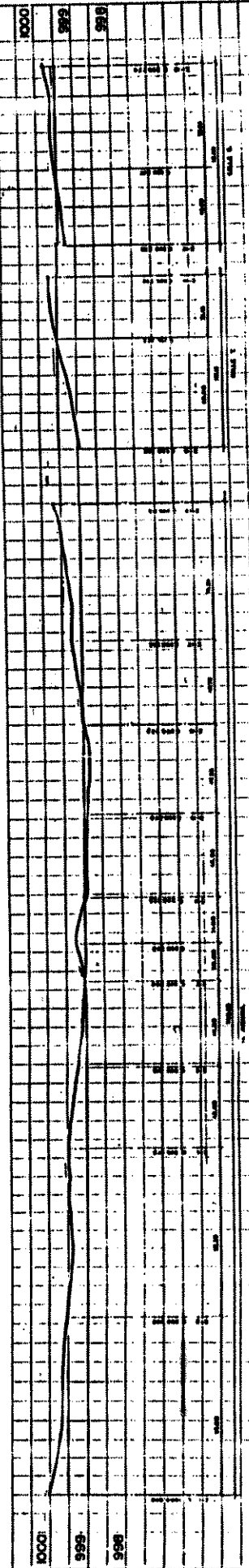


| | |
|----------|-------|
| APROBADO | FECHA |
| | |
| REVISADO | FECHA |
| | |

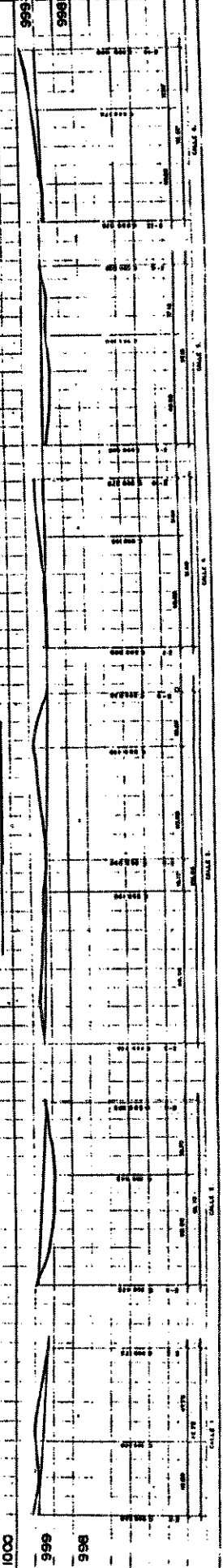
VER DETALLES DE HOJA 849



PLANTA



PERFILES

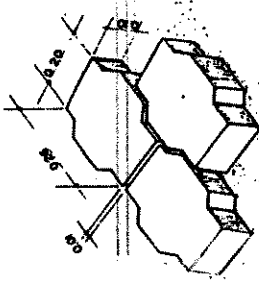


PAVIMENTO RIGIDO



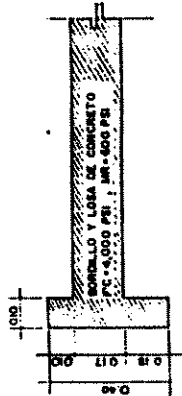
SECCION TIPICA DE PAVIMENTO RIGIDO ESCALA 1/50

PAVIMENTO SEMI-FLEXIBLE

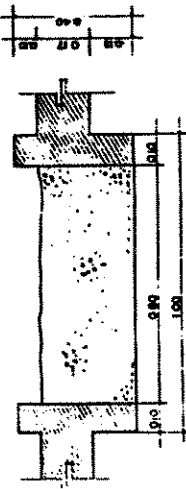


- CEMENTO: 100 LB/1000 CM²
- CEMENTO DE ADOQUIN: 10 LB/CM²
- CAPA DE ASIENTO: 2 CM DE ARENA DE RÍO
- CAPA DE BASE: 25 CM DE GRAVA TRITURADA
- TOTAL DE PAVIMENTO: 38 CM

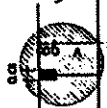
LA SECCION TIPICA DEL ADOQUINADO SERA LA SIGUIENTE



DETALLE DE BORDILLO ESCALA 1/75



DETALLE ARREATE CENTRAL ESCALA 1/75

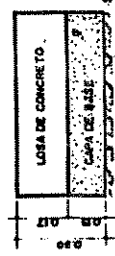


DETALLE DE JUNTA ESCALA 1/25

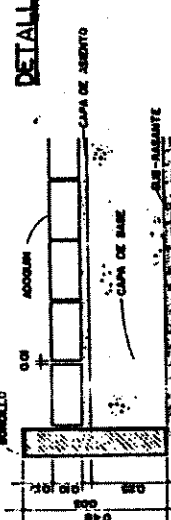


- LA MEZCLA
- 7C-4000 PSI
- LA MEZCLA NO INCLUYE ARE
- AGREGADO UNIFORME Y BIENADO
- RELACION A/C 0.48
- PROPORCION: 1:2.3:0.40

DETALLE DE ESPESORES DE PAVIMENTO RIGIDO ESCALA 1/75

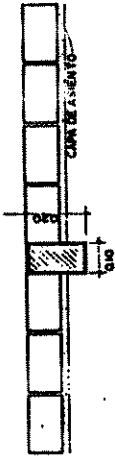


- PAVIMENTO RIGIDO
- CARGA MAXIMA DE EJE SIMPLE 24 KIPS Y EJE TANDEN 44 KIPS
- ESPESOR DE LOSA DE CONCRETO: 6 CM
- ESPESOR DE BASE TRITURADA: 25 CM
- ESPESOR TOTAL DE PAVIMENTO: 30 CM
- EL MODELO DE INFLUENCIA DEL CONCRETO NO MENOR DE 800 PSI, LA LOSA TIENGA INCLUIDO EL BORDILLO Y JUNTAS NO SERIAN CONSIDERABLE



DETALLE DE ADOQUIN ESCALA 1/75

DETALLE DE ESPESORES Y BORDILLO DE ADOQUINADO ESCALA 1/75



LLAVE TRANSVERSAL DE CONFINAMIENTO ESCALA 1/75

BASE

EL MATERIAL DE BASE DEBE SER DE GRAVA TRITURADA CON UN CBR NO MENOR DE 80% A 90% DE COMPACTACION

| | |
|--|---------------|
| 0114 EPS EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO | |
| FACULTAD DE INGENIERIA, U.S.A.C. | |
| MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO | |
| AREA DE DISEÑO | VIA DE ACCESO |
| CANTON CHIGUA | CANTON CHIGUA |
| DETALLES DE PAVIMENTO | |
| 6 | 6 |