

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA SANITARIA



PROYECTO DE GRADO

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
DE MOTUPE, LAMBAYEQUE

ASUNCION SARA PISFIL HERRERA

LIMA · PERU

1972

# PROYECTO DE GRADO

## ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE MOTUPE

Alumno : Srta. A. Sara Pisfil Herrera

Promoción : 1965

### CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I . DESCRIPCION DE LA CIUDAD .....	9
Aspecto demográfico - Condiciones de salud pública - Aspecto socio-económico - Aspecto económico - Otros recursos económicos - Obras de infraestructura que contribuirán al progreso económico de Motupe.- Instituciones y servicios públicos.	
CAPITULO II. ESTUDIO DE LA POBLACION .....	19
Población actual.- Población Futura.	
CAPITULO III. ESTUDIO DEL DESARROLLO URBANO .....	29
Estado actual de la zona urbana.- Densidad promedio actual.- Expansión futura de la zona actual.- Zonificación urbana.- Calles o vías existentes.	
CAPITULO IV. FUENTES DE AGUA .....	38
Agua de lluvia.- Aguas superficiales.- Aguas subterráneas .- Aspectos geológicos.- Aspectos hidrológicos de los acuíferos.- Configuración de la mesa de agua.- Características del estrato acuífero.- Calidad y temperatura del agua subterránea.- Perfil estratigráfico.- Conclusiones respecto a la fuente utilizable.- Solución de aprovechamiento de la fuente considerada.	

	Pág.
CAPITULO V. PRINCIPIOS BASICOS DE DISEÑO .....	56
Dotación.- Variaciones de Consumo.- Caudal para incendio.- Volúmenes de regulación y reserva.- Presiones máximas y mínimas permisibles.	
CAPITULO VI. CAPTACION .....	69
Aspectos generales.- Capacidad.- Estudio por etapas.- Cálculo de los equipos de bombeo.- Características del equipo de bombeo.- Caseta de Bombeo.- Línea de Impulsión.	
CAPITULO VII. SISTEMA GENERAL DE DISTRIBUCION .....	80
1. Reservorio.- 2. Línea de Aducción.- 3. Sistema Arterial de Distribución.- Desinfección.	
FUENTES DE INFORMACION .....	87

## INTRODUCCION

Se dice, con frecuencia, que el agua es el elemento esencial de nuestro planeta. Pero si bien es cierto que ésto se dice hoy corrientemente, también lo es que la humanidad ha tardado mucho tiempo en comprender el verdadero alcance de esta expresión.

Desde que se admite la posibilidad de existencia de otros mundos habitables o habitados parece lógico llamar a nuestra tierra dentro del conjunto de estos mundos habitados, "Planeta del Agua".

Es este elemento el que lo cubre en sus cuatro quintas partes y el que, en forma líquida o sólida, ha modelado los continentes, estando ésto fundamentalmente ligado a una propiedad que le es característica: la de dilatarse por congelación; de suerte que, en lugar de nieve polvorienta impulsada por los vientos como arena fina, tenemos la nieve de los esquiadores y los glaciares que han esculpido la tierra.

Gracias, también, a esta propiedad, el hielo flota en la superficie de nuestros océanos, conservando líquidas sus profundidades, mientras que, si al congelarse, como la casi totalidad de los demás líquidos, el agua se contrajera, el hielo caería al fondo y en lugar de regularizar las estaciones, tendríamos mares completamente helados que acumularían los fríos polares.

El agua es el vehículo ideal para alejar los detritus de todo tipo. Es el disolvente más barato que limpia todo, desde el carbón hasta la ropa del trabajador. En principio la lluvia y más tarde los ríos, arrastrarán los residuos al mar.

Cuando las aguas conducían únicamente productos naturales por diversos que fueran, éstos permanecían en el ciclo de la vida, realizándose espontáneamente todo el proceso de auto-depuración.

Hoy día, todo es diferente. La civilización técnica vierte en nuestras preciosas aguas productos artificiales de toda clase, desde aceite hasta cloro, y toda la gama de productos químicos que utiliza la agricultura.

Sin embargo, cada día somos más exigentes en lo que se refiere a la calidad del agua necesaria para las calderas modernas y la industria química. Se parte, por tanto con frecuencia de agua más compleja y debe obtenerse una agua mucho mejor acondicionada que antaño.

En lo que concierne a la cantidad, la complicación y agudeza del problema no son menores. El consumo de agua, tanto para la higiene como para la industria, crece con el ritmo de vida.

Por lo tanto, en países a la vez muy poblados e industrializados, cabe esperar que se agrave rápidamente el problema de escasez y contaminación del agua, esto será particularmente cierto en Europa Occidental, cuyo nivel de vida piensa duplicarse en los próximos veinte años.

En los países en vías de desarrollo, los problemas de agua se presentan en forma diferente. En donde abunda el agua, es preciso purificarla para su consumo, o bien eliminar los fangos que contenga, para aplicarla a usos industriales.

En los lugares en que escasea, debe economizarse o utilizarse cualquiera que sea su composición natural, para lo que deberá someterse a tratamientos químicos especiales.

En resumen: sea cual sea el aspecto que se toque, los problemas relacionados con el agua crecen, de día en día, en importancia y dificultad. Nada más característico que constituyan, al mismo tiempo, una de las preocupaciones para quienes se afanan en enriquecer desiertos, como ocurre con las empresas petrolíferas del Sahara, que se evoquen por el gobierno de los E.E.U.U. y, como colmo que indica la agudeza y generalidad del problema, que el depósito de agua de Europa, que es Suiza, acabe de crear una Fundación para la protección de las aguas.

Esta Fundación se halla bajo la autoridad del Presidente de la Escuela Politécnica Federal, lo cual está justificado ahora y cada vez lo estará más por el hecho de que, para hacer frente a las crecientes complicaciones de los problemas de agua, debe recurrirse a ciencias y a técnicas cada vez más complejas.

El abastecimiento de agua tiene por objeto alimentar una población, caserío, industria o zona agrícola y por consiguiente se ha de investigar primeramente si hay una solución posible del problema planteado, que sea satisfactoria bajo el punto de vista técnico y económico, obteniendo agua en calidad y cantidad aceptable.

Aparte del uso noble que se le da al agua por ser un elemento esencialísimo para el desarrollo de la vida orgánica, actúa como factor de transmisión de muchas enfermedades epidémicas, por ingestión, como la disentería, bacilos de la fiebre tifoidea, infecciones gastro-intestinales, etc., siendo consideradas estas enfermedades, por esta razón, de origen hídrico.

Por consiguiente se recomienda el uso de aguas en perfectas condiciones de potabilidad. Se deben tomar precauciones en su captación

conducción y distribución, procediendo a una vigilancia continua para que se conserven estas condiciones.

El abastecimiento de agua puede ser:

- a) Recogiendo y almacenando el agua de lluvia al caer de las nubes (cisternas, estanques).
- b) Aprovechamiento del agua que corre por la superficie de la tierra, siguiendo los lechos de los torrentes, arroyos y ríos.
- c) Empleo del agua filtrada por las capas del terreno, manando naturalmente al exterior en los manantiales o captándola de las venas líquidas subterráneas.

El agua de lluvia aunque es muy pura al precipitarse de las nubes, sobre todo cuando ya hace algún tiempo que está lloviendo, se contamina con gran facilidad al caer sobre la superficie donde se ha de recoger (tejados cubiertas) y durante su recorrido por los canalones que la conducen hasta el lugar donde se ha de almacenar.

Conviene no almacenar durante los primeros minutos de lluvia, hasta que las impurezas depositadas sobre los tejados o cubiertas hayan sido arrastradas.

Cuando el abastecimiento se hace con aguas procedentes de ríos, arroyos o estanques, conviene comprobar la potabilidad de las mismas, asegurándose de si ésta es temporal o permanente.

Las aguas de los ríos durante su curso disuelven fácilmente numerosas sustancias minerales como carbonatos y sulfatos de magnesia, etc.

Los habitantes de las poblaciones rurales van al río a lavar la ropa y abrevan el gando; además en la proximidad de los lugares habitados se vierten en los ríos las aguas residuarias cargadas de materias orgánicas y llevando gases en disolución que impurifican el agua. Pero los agentes atmosféricos actúan lentamente sobre ella desarrollando una depuración espontánea, de modo que al cabo de cierto número de kilómetros de recorrido, las aguas pueden considerarse depuradas.

Por consiguiente las aguas de los ríos ganan en potabilidad a medida que se toman más aguas arriba de las poblaciones, pero como son tantas las causas de polución, deterioro, etc., muchos países no las admiten para la alimentación humana, sin una filtración o esterilización concienzuda.

Parte de las aguas que caen de las nubes se evaporan por acción de los agentes atmosféricos, otra parte discurre por la superficie de la tierra hacia los ríos y la cantidad restante penetra por infiltración en el terreno, estimándose que la parte evaporada y la infiltrada llegan hasta los tres quintos del agua caída, aunque esta cifra varía entre límites muy amplios según la temperatura, capacidad y filtración del terreno, estado atmosférico, vegetación del suelo, etc.

Las aguas subterráneas son por lo general cristalinas, frescas, gustosas y de pureza superior a todas las demás, de modo que bajo el punto de vista higiénico han de preferirse, pero su captación y extracción es bastante costosa en la mayoría de los casos.

Es preciso que el agua suministrada sea de buena calidad química y física. En los Standards Internacionales para Agua Potable se hacen las siguientes sugerencias:

"Como la composición química del agua varía considerablemente en los distintos países, no es posible establecer normas rígidas sobre calidad química.

Los límites llamados 'tolerables' se refieren a un agua generalmente aceptable por los consumidores.

Por encima de los valores denominados 'excesivos' se produce un sensible deterioro de la potabilidad del agua.

"No obstante, las concentraciones límites que figuran a continuación sólo tienen un valor indicativo, y en determinadas circunstancias puede hacerse caso omiso de ellas:

SUSTANCIA	VALOR TOLERABLE	VALOR EXCESIVO
Materiales sólidos totales	500 ppm	1500 ppm
Color	5 unidades (X)	50 unidades
Turbiedad	5 " (XX)	25 "
Sabor	aceptable	----
Olor	aceptable	----
Hierro	0.3 ppm	1 ppm
Manganeso	0.1 ppm	0.5 ppm
Cobre	1 ppm	1.5 ppm
Zinc	5 ppm	15 ppm
Calcio	75 ppm	200 ppm
Magnesio	50 ppm	150 ppm

SUSTANCIA	VALOR TOLERABLE	VALOR EXCESIVO
Sulfatos	200 ppm	400 ppm
Cloruros	200 ppm	600 ppm
pH	7 - 8.5	menos de 6.5 o más de 9.2
Sulfatos de sodio / magnesio	500 ppm	1000 ppm
Compuestos fenólicos	0.001 ppm	0.002 ppm

(X) escala colorimétrica de platino-cobalto

(XX) unidades turbidímetras

"Hay ciertas sustancias que si se encuentran en el agua destinada a la bebida en cantidades superiores a una determinada concentración, pueden representar un verdadero peligro para la salud.

A continuación figura una lista de dichas sustancias, con indicación de las concentraciones máximas tolerables para el agua potable de las redes de distribución:

SUSTANCIA	CONCENTRACION MAXIMA TOLERABLE
Plomo (expresado en Pb)	0.1 ppm
Selenio ( " " Se)	0.05 ppm
Arsénico ( " " As)	0.2 ppm
Cromo (expresado en Cr. hexavalente)	0.05 ppm
Cianuros ( " " CN)	0.01 ppm

La presencia de cualquiera de estas sustancias en cantidades superiores al límite indicado es motivo suficiente para proscribir el aprovechamiento del agua para abastecimiento doméstico.

## C A P I T U L O I

## DESCRIPCION DE LA CIUDAD

Motupe, Capital del distrito del mismo nombre de la provincia de Lambayeque en el departamento de Lambayeque, se encuentra situada a 6°15'12" de Latitud Sur y a 79°23'10" de Longitud Este del meridiano de Greenwich.

El distrito de Motupe abarca una extensión de 128,000 hectáreas. De esta extensión la población urbana ocupa, solamente, 23.123 Has.

El clima es cálido todo el año. El medio ambiente sano y seco.

La Ciudad se encuentra en un valle, amplio y abierto al oeste, con pequeños cerros al sur, pero cerrado al norte por el muro que le forma el Cerro de Chalpón y por el este lo cierran las altas campiñas de Chochope y Salas.

La hidrografía formada por dos ríos, el río Motupe a cuyas márgenes norte se levanta la ciudad y el río Chotaque que la margina por el lado opuesto.

El río Motupe aunque poca, lleva agua permanentemente; el río Chotaque de caudal periódico arrastra agua, solamente, en las épocas de abundancia.

No hay fuentes termales, pero existen muchos puquios en diferentes lugares, siendo el más importante el llamado Jaguey, en las alturas medias del Cerro de Chalpón, el que brota del cerro en el punto obligado de descanso para los visitantes de la cueva donde se encuentra la Milagrosa Cruz.

## AGUA POTABLE DE MOTUPE

Las precipitaciones pluviales que pocas veces caen en el área de estudio ocurren en verano, siendo éstas algunas veces muy copiosas.

La mayoría de sus calles están empedradas; las casas son en su mayoría construcciones de adobe (95%) y unas pocas de ladrillo.

### ASPECTO DEMOGRAFICO.-

Las constantes emigraciones ocurridas en las dos últimas décadas, aproximadamente, han dado como resultado que Motupe tenga un índice de estancamiento en cuanto a su población.

Estas emigraciones ocurren principalmente, con habitantes cuyas edades fluctúan entre 15 - 35 años, es decir cuando se encuentran en edad de desarrollar actividades productivas.

Actualmente hay una disposición a educarse y seguir estudios superiores. Este puede ser considerado como uno de los motivos de las emigraciones de gente joven.

La población de Motupe se encuentra incluida en tres censos nacionales, realizados en los años 1876, 1940 y 1961, cuyos resultados fueron:

AÑO	POBLACION Total	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL	CRECIMIENTO URBANO	
				ABSOLUTO	RELATIVO
1876	6,050	2,583	3,467		
1940	8,119	4,396	3,723		
				1,468	33.39%
1961	11,831	5,864	5,967		

De los resultados del censo de 1961, en la zona urbana fueron censadas 1,045 viviendas, dando una población escolar de 1,972 habitantes que representan el 30% de la población urbana censada en ese año.

El incremento de la población económicamente activa, durante el período intercensal 1940-1961, fué muy bajo, esto se deduce de los resultados que se muestran a continuación en el que se consigna la población económicamente activa (mayores de 6 años):

POBLACION URBANA		CRECIMIENTO	
1940	1961	ABSOLUTO	RELATIVO
1,313	1,597	284	17.8%

En el cuadro siguiente se muestra el número de nacimientos y defunciones ocurridos durante los últimos trece años, relación proporcionada por la Dirección Nacional de Estadística y Censos:

AÑO	NACIMIENTOS	DEFUNCIONES
1956	452	75
1957	427	66
1958	493	51
1959	498	70
1960	512	84
1961	485	94
1962	498	85
1963	480	95
1964	540	108
1965	590	119

AÑO	NACIMIENTOS	DEFUNCIONES
1966	610	113
1967	690	124
1968	682	103

#### CONDICIONES DE SALUD PUBLICA.-

La población de Motupe carece de los servicios de agua potable y desagües. Se provee de agua de norias, cuya profundidad es de 6 a 8 metros, provistas de una bomba. Existen personas que se dedican a la venta de agua, la que extraen del río o de acequias, con el consiguiente peligro de poner para el consumo doméstico aguas no tratadas.

Dispone de servicio de recolección de basuras, pero éstas son arrojadas en los despoblados, convirtiéndose en focos de infección, infestados de ratas.

La población carece de los servicios de un hospital pero cuenta con algunos médicos radicados en la localidad. Para casos de emergencia tienen que trasladarse a Chiclayo.

Según dato proporcionado por el Ministerio de Salud Pública existen mayores casos de enfermedades hídricas en este tipo de poblaciones que carecen de servicios de agua potable.

El cuadro siguiente muestra el número total de casos, ocurridos en el año 1966, de las enfermedades predominantes en la Provincia de Lambayeque, datos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública:

ENFERMEDADES	No. de CASOS EN 1966
Tifoidea	44
Disentería	13
Hepatitis	20
Hidatidosis	0

Con el fin de mejorar estas condiciones de vida, y por gestiones de la Municipalidad, el Fondo Nacional de Desarrollo Económico está instalando los servicios de agua potable y alcantarillado, obras que se encuentran avanzadas en un 74%.

#### ASPECTO SOCIO-ECONOMICO.-

La población de Motupe, la mayoría, es de nivel económico bajo. Las clases sociales son muy marcadas: una, la clase trabajadora que está constituida por la mayoría y la otra formada por unas cuantas familias que tienen en sus manos la propiedad urbana y rural, el control del mercado de abastos, centros comerciales y líneas de transportes.

Otro factor fundamental que determina la diferencias sociales de nivel económico, es el agua; es así que terrenos con pozos perforados, pueden ser irrigados y producir beneficios; pero aquellos terrenos que solamente disponen de aguas superficiales para su irrigación en las épocas de estiaje se vuelven eriazos y pierden su valor.

Hasta ahora, el desarrollo socio-económico ha sido lento con tendencia a mantenerse en un nivel bajo. Se espera que los servicios de agua potable y desagüe influyan notablemente sobre el nivel social, elevando el nivel de vida, contribuyendo al bienestar del hombre, dignificando

su existencia y representando uno de los escalones principales en la evolución social desde lo que hoy en día llamamos primitivo hacia lo moderno y civilizado.

Por otro lado los servicios de agua potable contribuyen al progreso económico de la sociedad y incrementan la edad productiva del individuo al reducir las tasas de mortalidad y morbilidad.

#### ASPECTO ECONOMICO.-

El Distrito de Motupe es eminentemente agrícola y ganadero. Siendo los principales productos que cultivan en la agricultura:

Maíz de buena calidad y en gran cantidad. Abastecen a los departamentos de Lambayeque y de Piura.

Arroz, aún cuando no hay suficiente agua, se han instalado dos molinos para su beneficio.

Caña de azúcar; se produce en gran cantidad, existiendo muchos trapiches donde se elaboran mieles y chancaca.

Otros cultivos; algodón, cacao, café, tabaco y maderas como el cedro, guayacán, palo santo y otros como el algarrobo y frutos en general.

En cuanto a la ganadería, está bastante desarrollada y presenta un mejor provenir debido a los pastos naturales existentes. Se cría, principalmente, ganado vacuno, lanar y cabrío; también ganado caballar y mular.

La minería no se explota, pero existen buenos yacimientos de carbón de piedra; en los acantilados del Cerro de Chalpón hay canteras de granito; en Salitral, lugar cercano a Motupe, se han descubierto minas de mármol y marmolina.

Actualmente en la zona coexisten una agricultura pobre y discontinua practicada en explotaciones de tamaño modesto, que apenas logran sostenerse con el subsidio de agua ocasionalmente disponible en los ríos; y una agricultura tecnificada se desarrolla en las explotaciones, prevalentemente capitalistas, que se benefician generalmente del agua derivada de la napa freática.

La actitud de la población local parece ser favorable a una evolución y mejoramiento profesional para transformarse, bajo una guía técnica adecuada, en agricultores expertos.

En efecto deben considerarse todos los ejemplos de empresarios pequeños y medianos que han realizado una agricultura suficientemente tecnificada alcanzando producciones apreciables y organizaciones empresariales bastante eficientes.

En particular ésto se puede afirmar para los agricultores en la zona de Motupe y Jayanca, donde existen también explotaciones agrícolas que emplean medios modernos de producción y realizan producciones altamente remunerativas.

Como juicio general se puede afirmar que se trata de una clase de agricultores apta para aprender nuevas técnicas y dispuesta a organizarse en caso de que se presente la posibilidad y el incentivo para hacerlo.

**OTROS RECURSOS ECONOMICOS.-**

Dentro de este grupo pueden ser considerados los recursos turísticos. Siendo Motupe una de las localidades de interés folklórico-artesanal en el Departamento de Lambayeque.

La principal festividad religiosa que se conmemora en este lugar, es el culto a la Cruz de Chalpon que se realiza el 5 de Agosto de cada año, con este motivo la ciudad se ve concurrida por muchos visitantes, los cuales llegan días antes a la festividad, alojándose en los hoteles y casas de pensión.

**OBRAS DE INFRAESTRUCTURA QUE CONTRIBUIRAN AL  
PROGRESO ECONOMICO DE MOTUPE**

A.- En el Departamento de Lambayeque, el proyecto más importante en ejecución es el de Tinajones que mejorará el riego de 60,342 Has. en actual cultivo, y posteriormente habilitará 25,000 Has. nuevas.

Aún cuando Motupe no se encuentra dentro del área de irrigación de este proyecto, se puede pronosticar que con el aumento de producción se incrementará el movimiento comercial y mercantil en este lugar.

B.- El proyecto de Irrigación de Olmos es el de mayor magnitud que se encuentra en fase de financiación. Se habilitarán 120,000 hectáreas nuevas para el cultivo en los distritos de Olmos, Motupe, Chochope, Salas y parte de Jayanca.

En Motupe serán irrigadas 21,800 hectáreas, las cuales actualmente se encuentran en las condiciones siguientes:



particulares con valor oficial, tres de varones y dos de mujeres; Biblioteca Popular.

Cuenta con los servicios de alumbrado eléctrico; cuatro hoteles y casas de pensión. No hay compañías de bomberos, los incendios son extinguidos con agua acarreada de pozos particulares.

Campo de aterrizaje para el servicio aéreo. Movilidad, principalmente por la carretera Panamericana con todas las líneas que pasan, uniendo Tumbes y Piura con Lima; para el transporte urbano existen tres líneas particulares; está unida con los pueblos vecinos por caminos afirmados, siendo éstos: Motupe-Salas, Motupe-Chochope y Motupe-Penaché.

## C A P I T U L O    I I

## ESTUDIO DE LA POBLACION

Las obras de infraestructura no se ejecutan para el momento, siempre se toma en cuenta la población futura que tendrá la localidad en un período de tiempo prudencial que es necesario estimar.

Es así que los servicios de agua potable suelen proyectarse de modo que cubran las necesidades de la población durante un período que varía entre 15 y 40 años. En las mejores condiciones, se justifica económicamente el considerar largos períodos de diseño que pueden variar de 20 a 50 años cuando se presentan los factores siguientes:

- a) Mayor vida útil de los equipos y componentes estructurales;
- b) dificultades de expansión;
- c) menor tasa de crecimiento; y
- d) bajo tipo de interés.

Por otro lado, Richard Hazen propone que el abastecimiento de agua de ciudades y poblaciones Centro y Sudamericanas sin servicio de agua potable, se proyecte para no más de 25 a 30 años, por cuanto están creciendo a mayor ritmo que el de otras partes del mundo. La práctica corriente acostumbra considerar períodos de 20 a 30 años, este último tiempo puede ser considerado como aceptable de ser adoptado en este estudio, por cuanto se trata de una población joven en desarrollo, que ocupa un área de fácil expansión.

Pero, de acuerdo al programa entregado al graduando, en este estudio se proyectará para un período de 20 años. Se presenta, pues, el problema de pronosticar con alguna aproximación cual será la población al final del lapso de tiempo estimado.

Para la estimación de la población futura se ha apelado a varios aspectos de carácter social y económico y a las pautas que ofrecen las proyecciones estadísticas. No obstante es de advertir, que en razón de que los métodos empleados en el estudio en referencia son hipotéticos, no será posible determinar con exactitud el número de habitantes que tendrá la población de Motupe, transcurridos los veinte años fijados como período de diseño.

Es conveniente agregar que la estimativa que se formula para el año 1989 deberá apreciarse con alguna reserva, por ser abundantes las causas de las que podría derivarse una realidad completamente distinta, como ejemplo se consignan las siguientes:

Causas que favorecerán al incremento de la población:

- a) Explotación de los recursos naturales mediante la irrigación y agricultura.
- b) Mejoras en el estándar de vida (obras estructurales).
- c) Aumento y mejoras de vías de comunicación.
- d) Por su ubicación dentro de la zona de influencia comercial entre Chiclayo y Piura.

Causas que dificultarán al incremento de la población:

- a) Constantes emigraciones, estimado anualmente en un 70 a 80% del incremento de población (dato proporcionado por la Dirección Nacional de Estadística y Censos).
- b) Desarrollo súbito de otros centros poblados próximos tales como Ferreñafe, Pimentel, Chiclayo, etc.

Se pasará ahora a discutir las posibles variaciones de población de la Ciudad de Motupe, a base de los datos obtenidos de diferentes fuentes de información.

**CENSOS.-**

Como se trata de calcular el número de personas que habitará solamente la zona urbana, en el cuadro que se presenta a continuación, se hallan consignados todos los datos censales obtenidos en esta zona:

AÑO	POBLACION	FUENTE DE INFORMACION
1876	2583	Censo General
1940	4396	de la
1961	5864	República

Serán de cierta utilidad solamente los resultados obtenidos en los dos últimos censos, no considerándose el del año 1876 por el largo tiempo transcurrido desde su realización.

**POBLACION ACTUAL.-**

La estimación de la población actual constituye un paso primordial, ya que además de definir, por consecuencia, la densidad actual, es base a partir de la cual, se procede a calcular la población futura, limitada por el período de diseño.

Pero para efectuar los cálculos pertinentes, se deben analizar todos los factores que intervienen en el desarrollo de la población, tales como la posible expansión de la agricultura (que es la fuente básica de riqueza del lugar), el emplazamiento de la ciudad, la situación actual, la posibilidad de instalación de pequeñas industrias, la natalidad, mortalidad, inmigración y emigración, asignándoles el peso correspondiente, a fin de

determinar el factor básico del incremento en el número de habitantes.

Se reconoce que el registro de nacimientos y defunciones totales es incompleto. No obstante es el único dato de que se dispone para el pronóstico de la población actual. En la investigación efectuada al respecto, se obtuvo la relación siguiente, que a continuación se consigna:

	NACIMIENTOS	DEFUNCIONES	CRECIMIENTO VEGETATIVO	FUENTE DE INFORMACION
1956	452	75	377	Dirección Nacional de
1957	427	66	361	Estadística y Censos
1958	493	51	442	"
1959	498	70	420	"
1960	512	84	428	"
1961	485	94	391	"
1962	498	85	413	"
1963	480	95	385	"
1964	540	108	432	"
1965	590	119	471	"
1966	610	113	497	"
1967	690	124	566	"
1968	682	103	579	"

Observándose el cuadro anterior se puede apreciar que los datos del movimiento demográfico incluyen el período 1961-1968 en forma consecutiva, además se tiene determinada la población de Motupe en 1961 gracias al censo realizado en ese año por el gobierno peruano y aceptándose el porcentaje de emigraciones estimado en 70% del incremento anual de población se podría pro-

notificar con cierta aproximación la población actual de Motupe y sería de:

$$P_{1969} = 5,864 + 0.3(3,343) = 6,900 \text{ hab.}$$

Por otro lado, durante el período intercensal 1940-1961 la tasa de crecimiento alcanzó a 1.6% anual, tasa basada en la fórmula de tendencia:

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

en que se da énfasis a la tasa de cambio más que a la cantidad de cambio y en la cual es:  $P_n$ , la población alcanzada en el año (n);  $P_o$ , la población inicial; r, la tasa anual de crecimiento; n, el período intercensal expresado en años.

Empleando esta fórmula en la estimativa de la población actual, se tiene:

$$P_{1969} = 5,864 (1+0.016)^8 = 6,568 \text{ hab.}$$

Comparando este último valor con el anteriormente obtenido, se observa que ambos no muestran mayor diferencia, pudiendo adoptarse el mayor resultado.

#### POBLACION FUTURA.-

Por una serie de experiencias se ha llegado a demostrar que las variaciones que experimenta una población en su desarrollo a través del tiempo son, sino las mismas, semejantes a las que se obtendría al aplicar determinadas funciones matemáticas.

El empleo de algunos métodos estadísticos requiere de por lo menos tres datos disponibles y como para este estudio se tienen solamente dos datos censales útiles, no puede hacerse un cálculo sistemático.

Ante esta dificultad y por carencia de otro dato de mayor precisión se utilizará el referente a la población actual estimada que se incluye en la relación siguiente:

AÑO	POBLACION	INCREMENTO ABSOLUTO	TASA DE CRECIMIENTO GEOMETRICO
1940	4,396		
1961	5,864	1,468	1.6
1969	6,900	1,036	2.5

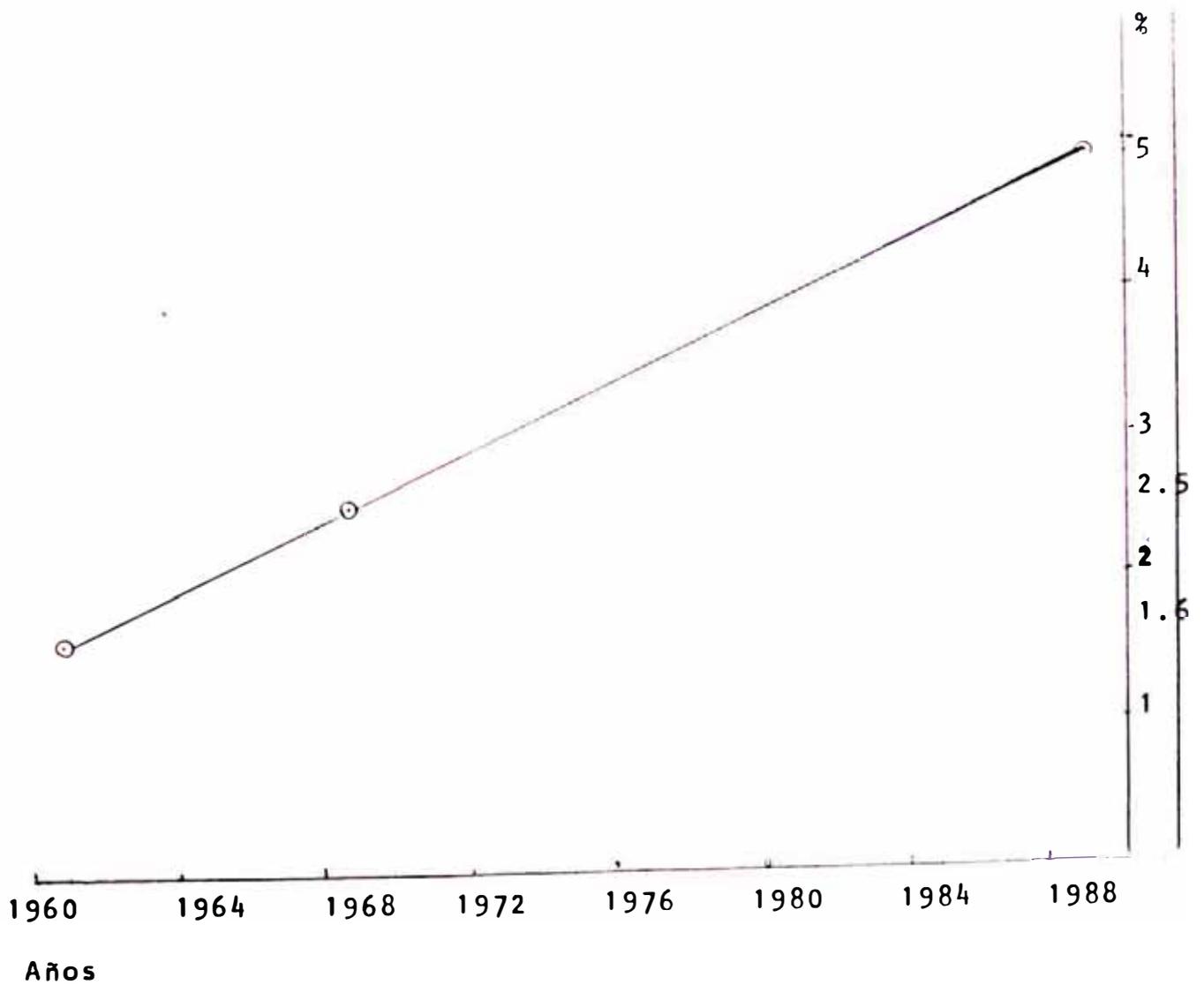
El mayor ritmo de crecimiento de la población será una consecuencia natural con la elevación del nivel de vida, incremento comercial, mercantil y posiblemente de la pequeña actividad industrial. Siendo posible pronosticar que, con base en estos factores positivos para el desarrollo demográfico de Motupe, la proyección de la tasa de crecimiento geométrico tenga una tendencia lineal. Esta hipótesis se muestra en el gráfico siguiente y del cual se obtiene que para el año 1989 corresponde una tasa de crecimiento de 4.9% anual. Sin embargo, considerando que el crecimiento de la población varía período tras período, un valor promedio entre los porcentajes 2.5 y 4.9 podría ser el representativo de la tasa de crecimiento anual en el período 1969-1989 y sería de 3.7% anual.

Aplicando la fórmula de crecimiento geométrico anteriormente explicada, se obtiene:

$$P_{1989} = 6,900 (1+0.037)^{20} = 13,000 \text{ h ab.}$$

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

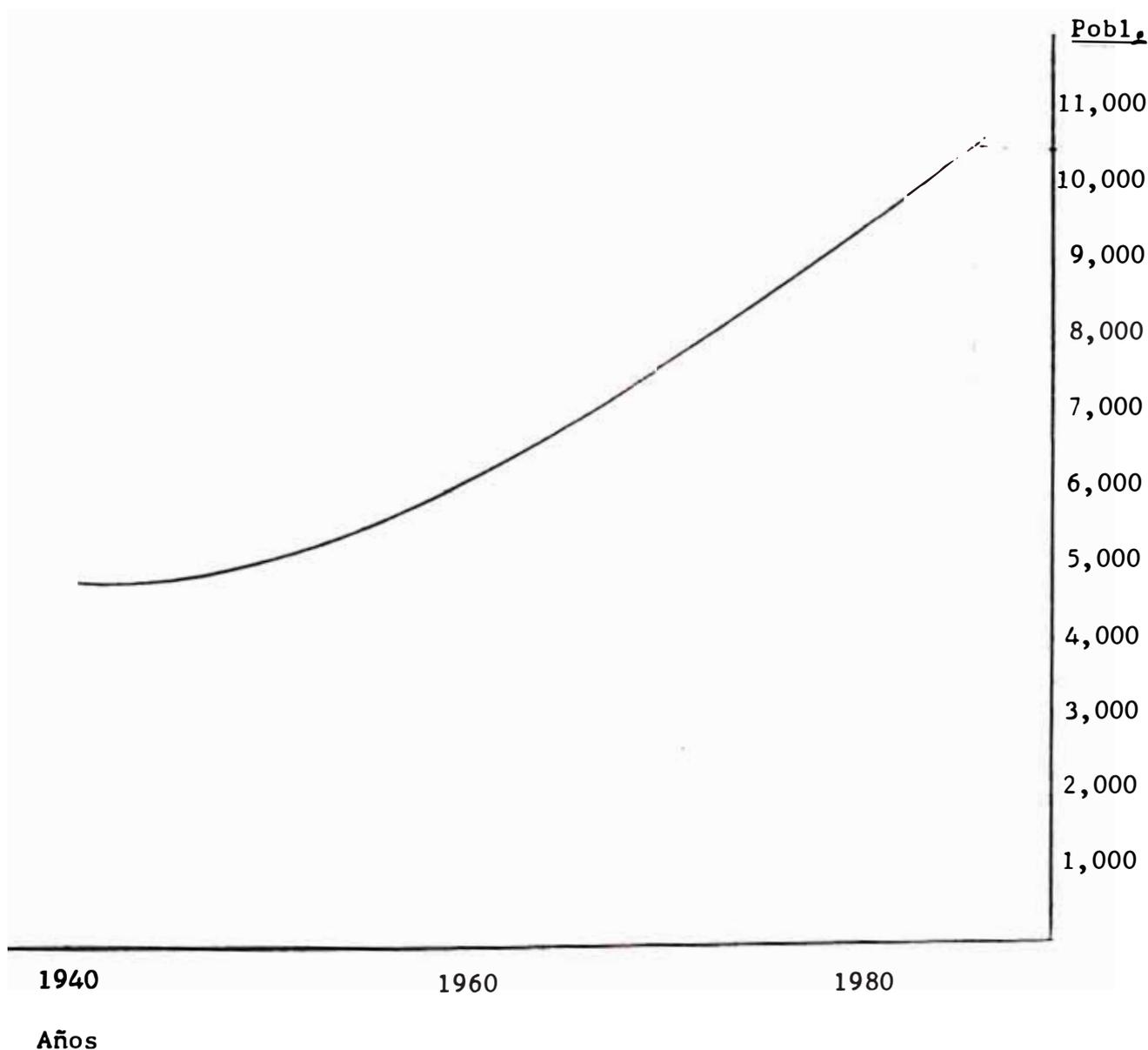
CRECIMIENTO GEOMETRICO FUTURO DE MOTUPE



A continuación se desarrollan algunos métodos basados en sistemas matemáticos, los cuales son:

A) Método Gráfico.-

Es el método que se ilustra a continuación, dibujando los datos disponibles y prolongando la curva siguiendo la tendencia general de ella se obtiene para 1989 la población de 10,500 habitantes.



## B) Crecimiento Aritmético.-

Este método considera que la población crece como un capital impuesto a interés simple, es decir:

$$P = p(1 + rt)$$

P = población futura

p = población actual

r = tasa de crecimiento anual

t = período en años

Empleando esta fórmula se obtiene:

$$P_{1989} = 6900 (1+0.037 \times 20) = 12,000 \text{ hab.}$$

## C) Incrementos Variables.-

Este método considera que el incremento de la población es variable y que esa variación es constante. Para su aplicación se requiere de poblaciones por décadas y con este fin del gráfico se sacan los valores siguientes:

AÑO	POBLACION	INCREMENTOS	VARIACION DE LOS I.
1949	4,750		
1959	5,700	950	
1969	6,900	1,200	250

Utilizando la fórmula:  $P_n = P_{n-1} + I + ni$

donde:  $I = (950 + 1200) / 2 = 1,075$  ;  $i = 250$

Se obtiene:

$$P_{1979} = 6900 + 1075 + 250 = 8,225 \text{ hab.}$$

$$P_{1989} = 8225 + 1075 + 500 = 9,800 \text{ "}$$

D) Método Parabólico.-

Para la aplicación de este método se utiliza la fórmula:  $y = Ax^2 + Bx + C$ ; donde A, B y C son constantes que se pueden obtener conociendo los siguientes datos:

AÑO	X	X <sup>2</sup>	Y
1940	0	0	4396
1961	21	441	5864
1969	29	841	6900

resultando: A=2, B=27, C=4396; por consiguiente:

$$P_{1969} = 10,521 \text{ habitantes}$$

RESULTADOS.-

A continuación se agrupan los resultados obtenidos en los diferentes métodos:

Gráfico	10,500 habitantes
Crecimiento Aritmético	12,000 "
Crecimiento Geométrico	13,000 "
Incrementos Variables	9,800 "
Método Parabólico	10,521 "

Siendo el crecimiento de la población principalmente de carácter vegetativo, se puede considerar como aceptable el valor que se obtiene por el método geométrico. Se espera que este resultado permita proyectar con cierto grado de previsión relativa al crecimiento de la población.

Población Futura . . . . . 13,000 hab.

## C A P I T U L O    I I I

## ESTUDIO DEL DESARROLLO URBANO

El desarrollo del área urbana es una consecuencia inmediata del crecimiento de la población, cuando ésta, no necesariamente, ha llegado a saturar la zona que ocupa; por consiguiente, el estudio de la expansión urbana que probablemente se produzca es de enorme importancia para resolver ciertos problemas inherentes a este proyecto.

Por tal razón, es necesario determinar las zonas de posible expansión urbana, ya que los límites que dicha expansión pueda alcanzar influyen en forma directa en el diseño de la red de distribución.

## ESTADO ACTUAL DE LA ZONA URBANA.-

La Ciudad de Motupe ocupa actualmente un área urbana de 23,123 hectáreas de las cuales una cuarta parte, más o menos, corresponde a calles, plazas y superficies urbanas que aún no han sido habitadas.

## DENSIDAD PROMEDIO ACTUAL.-

La densidad promedio se obtendría como resultado de dividir la población actual estimada en 6,900 habitantes entre el área urbana actualmente ocupada, lo que daría:

$$\text{Densidad} = 6900/23,123 = 298 \text{ hab/Ha bruta}$$

En el Perú la densidad promedio en ciudades poco desarrolladas fluctúa entre 150 a 200 hab/Ha y los rangos de densidad máxima de población contemplados por la O.N.P.U. en zonas de densidad baja van de 120 a 300 hab/Ha neta.

Comparando el último valor encontrado con los rangos antes mencionados se observa que este se halla excedido, y siendo Motupe un asentamiento urbano de tipo horizontal, se desprende la posibilidad de que la ciudad se encuentre afectada por el hacinamiento humano. No hay que olvidar, sin embargo, que se trata de un pueblo dedicado, principalmente, a la agricultura y que ocupa un área de fácil expansión, lo cual crea dudas respecto a la veracidad o aproximación de este resultado.

Los factores que han intervenido en la estimación de la densidad han sido obtenidos en base a datos proporcionados por entidades oficiales. Así, el área, mediante un plano topográfico corregido en el año 1967 facilitado por la Planoteca del F.N.D.E., y la población actual estudiada en el capítulo anterior en base a los dos últimos censos. Como información, de la misma manera se han estimado las densidades promedios en ciudades de características similares a las de Motupe, cuyos resultados se dan en la relación siguiente. Las poblaciones actuales han sido estimadas por el método de crecimiento geométrico con la tasa de crecimiento del período intercensal 1940-1961.

Distrito Capital	Censos		Tasa Anual de Crecimiento G.	Población Actual	Area Has.	Densidad hab/Ha
	1940	1961				
Illimo	2018	2992	2.0%	3,441	12.50	275
Jayanca	3413	4240	1.0%	4,600	25.00	184
Mochomf	1797	2915	2.2%	3,498	22.40	156
Mórrope	1058	1286	1.0%	1,381	8.22	168
Olmos	2163	3628	2.5%	4,408	37.60	117
Tucume	1449	2401	2.5%	2,913	18.60	157

Siendo la densidad uno de los factores fundamentales en el diseño de la red de distribución, podría ser estimada en forma directa en la misma área de estudio, mediante un muestreo de densidades por zonas.

En lo que se refiere a este estudio, se continuará desarrollando con arreglo a los datos disponibles por carencia de otros menos imprecisos.

Para llevar a cabo un mejor estudio de las densidades, en vista de que ellas no son constantes en toda el área urbana, se han considerado tres zonas perfectamente definidas de acuerdo a las especificaciones siguientes:

Zona I.- Es el sector urbano ubicado en la parte céntrica de la ciudad, que presenta muy poco espacio correspondiente a áreas libres.

Zona II.- Es el sector que ocupa la parte este de la ciudad que incluye los lugares próximos al trecho de la Carretera Panamericana.

Zona III.- Es el sector que ocupa la parte norte de la ciudad que incluye la zona del Cementerio. Indudablemente esta zona tiene densidad menor que las otras dos mencionadas con anterioridad.

En el plano No. 2 se muestra la disposición de las poligonales que limitan las tres zonas consideradas.

La superficie ocupada por cada una de dichas zonas es la siguiente:

Area I = 5,767 Has

Area II = 15,020 Has

Area III = 2,336 Has

Asumiendo para la zona I una densidad promedio de 330 hab./Ha y para la zona II la de 290 hab./Ha, las poblaciones respectivas serán:

Población I = 1,903 habitantes

Población II = 4,356 "

En consecuencia el número de residentes en la zona III, estará expresada por la diferencia:

Población III = 641 habitantes

Por consiguiente, a la zona III le corresponde la densidad que de inmediato se indica:

Densidad III = 274 hab./Ha

A continuación están encuadradas las cifras que muestran el estado que actualmente se podría asignar a la zona urbana de Motupe:

ZONA	POBLACION (hab)	AREA (Ha)	DENSIDAD (hab/Ha)
I	1,903	5,767	330
II	4,356	15,020	290
III	641	2,336	274

#### EXPANSION FUTURA DE LA ZONA URBANA ACTUAL.-

Es de primordial importancia la ubicación de las posibles zonas de expansión urbana, de acuerdo a los diversos factores que influyen en su determinación. Esta situación se puede contemplar, por ejemplo, para poder señalar convenientemente el lugar donde quedaría ubicado el reservorio de regulación, planta de bombeo, etc., con el objeto de conseguir las presiones que la red de distribución necesita, considerando únicamente el área urbana actual.

Antes de proceder a la determinación de las zonas de futura expansión urbana, será oportuno inquirir sobre el estado en que se encontraría la zona urbana actual a la finalización del período de diseño adoptado o sea en 1989.

Ya se ha expresado anteriormente, que las densidades no permanecen constantes a través del tiempo, ellas variarán tanto en plano como en elevación, con la firme tendencia de lograr la densidad de saturación.

En consecuencia, si se considera que las zonas I, II y III alcancen densidades tales como 350, 320 y 290 hab./Ha respectivamente, las poblaciones que ocuparan dichas zonas serían las siguientes:

$$P'_{I} = 2,019 \text{ habitantes}$$

$$P'_{II} = 4,807 \quad "$$

$$P'_{III} = 678 \quad "$$

Por lo tanto el área urbana actual estaría ocupada por la suma de las tres poblaciones que se acaban de determinar, luego:

$$P' = 7,504 \text{ habitantes}$$

Con esta población se obtiene una densidad promedio muy próxima a 325 hab./Ha que se puede considerar como una consecuencia natural por el desarrollo demográfico.

A continuación se expone un cuadro que muestra el estado que presentará la zona urbana actual al llegar a su término el período de diseño.

ZONA	POBLACION (hab)	AREA (Ha)	DENSIDAD (hab/Ha)
I	2,019	5.767	350
II	4,807	15.020	320
III	678	2.336	290

La determinación de las zonas de expansión futura no se hace arbitrariamente, existen una serie de factores que disponen que la expansión se encamine en uno u otro sentido o se limite en alguna parte. Así, por ejemplo, la apertura de un camino trae consigo el desarrollo de las zonas que le son próximas, el establecimiento de un mercado o tiendas de comercio origina sin lugar a dudas, el interés de la gente de permanecer cerca o acercarse a dichos centros de proveeduría; por supuesto de que todo está en función de la disponibilidad y valor de la tierra.

En cambio los terrenos accidentados, pantanosos, etc., constituyen los límites hacia los cuales la expansión urbana se dirige con aceleración retardada.

Cabe decir también, que dicha expansión se hace generalmente negativa en las inmediaciones de los cementerios.

Analizando el caso particular de Motupe y teniendo en cuenta los factores que se acaban de mencionar, se puede expresar lo siguiente:

En la parte norte de Motupe, se encuentra establecido el Cementerio General, es por eso que se llega a la conclusión de que son pocas las posibilidades de una expansión urbana hacia ese extremo de la ciudad. Muy diferente es el panorama que se presenta hacia el este, la

carretera Panamericana, el terreno de buena calidad y poco accidentado hacen propicia la edificación. No obstante la posibilidad de un mayor costo.

Esto hace pensar que por las zonas adyacentes a dicha carretera, va a fluir una enorme corriente de expansión urbana. Las zonas sur y norte también se presentan propicias para la edificación.

En consecuencia, la zona futura de expansión urbana, probablemente, se va a establecer alrededor del área urbana actual como una consecuencia natural del desarrollo de la población.

Como esta zona tiene una topografía llana, la expansión urbana no creará problemas tales como presiones de servicio excesivas.

Por consiguiente, como la zona urbana actual va a albergar en 1989 a una población de 7,504 habitantes, los 5,496 habitantes que completan la probable población futura ocuparán las zonas de posible expansión futura.

Asignando a esta zona una densidad promedio de 120 hab/Ha, el área total que ocupen las personas será de:

$$A = 5,496/120 = 45.80 \text{ Has}$$

En el plano No. 2, la zona IV representa la superficie de futura expansión urbana. De las 45.80 Has que constituye el área total de expansión, el 35% correspondería a áreas libres, es decir estará destinado a calles, parques, plazas, etc.

En conclusión, se estima habrán:

Area libre de expansion. . . . .	16.00 Has
Area habitable de expansión. . . . .	29.80

## ZONIFICACION URBANA.-

En todo estudio de proyección urbanística, el área utilizable es planificada de tal manera que contenga la zona residencial, comercial e industrial perfectamente delineadas.

Para esta área en estudio, no existe ningún proyecto de urbanización. La forma como hasta ahora la población se ha desarrollado ha sido una consecuencia del factor económico, es decir alrededor de los centros de trabajo.

Actualmente el área urbana se encuentra formada por treinta manzanas, cuyas áreas se presentan a continuación:

No. Manzana	Area (Ha.)	No. Manzana	Area (Ha.)
1	0.120	16	0.464
2	0.900	17	0.488
3	1.160	18	0.448
4	1.328	19	0.332
5	1.092	20	0.688
6	0.808	21	0.784
7	1.844	22	0.640
8	1.180	23	2.336
9	1.800	24	0.408
10	0.700	25	0.552
11	0.544	26	0.372
12	0.544	27	0.408
13	0.660	28	0.372
14	0.384	29	0.424
15	0.408	30	0.744

Las zonas que se puede decir existen en el área de Motupe son dos principalmente: a) Zona de vivienda y b) Zona comercial.

a) La zona de vivienda, constituida por casi toda el área urbana de Motupe, cuyas casas son, en su mayoría, de adobe, pistas empedradas, calles de 6 metros de ancho la mayoría.

b) La zona comercial, establecida en el área del mercado de abastos, en las áreas adyacentes al mismo y alrededor de la Plaza Principal.

No se menciona la zona industrial, porque no existe actualmente dentro del área urbana, pero no se descarta la posibilidad de que pequeñas industrias se instalen en el área circundante.

#### CALLES O VIAS EXISTENTES.-

La vía de entrada al área urbana de Motupe es por el Jirón San José de 860 metros de longitud y 12 mts. de ancho. El tramo principal de ésta vía de entrada se encuentra pavimentado.

Las arterias principales, formadas por los jirones San José, Carmen, Almeida y Comercio. Siendo las vías secundarias, los jirones Victoria, Soledad, Poeta Niño, San Juan, Atahualpa, Andalucía y los jirones "X2", "y" y "Z".

A continuación del Jirón Comercio sigue la Av. Tarata que conduce al Cementerio. Otra entrada al área urbana la constituye la Avda. España que colinda con la antigua carretera Panamericana.

La expansión urbana significará la prolongación de las vías existentes con el fin de facilitar la ampliación de la red de distribución.

## C A P I T U L O    I V

## FUENTES DE AGUA

En este capítulo se estudiará la fuente de abastecimiento más conveniente, para el eficaz suministro de agua de la ciudad de Motupe, en las mejores condiciones de: seguridad, calidad y economía.

Para tal objeto será necesario efectuar un análisis de los recursos disponibles, fuentes utilizables y soluciones y soluciones consideradas que se podrían adoptar y posteriormente designar la que deba ser la definitiva, justificando desde luego la elección.

Para facilitar este estudio, será provechoso partir de la clasificación de las fuentes de abastecimiento, así, dichas fuentes pueden disponerse en los tres grupos siguientes: agua de lluvias, aguas superficiales y aguas subterráneas.

**AGUA DE LLUVIAS.-**

Son precipitaciones pluviales virtualmente ausentes por largos periodos. No hay información segura pero parece que precipitaciones de cierta intensidad ocurren cada 5 a 7 años.

Por consiguiente, no es aplicable a abastecimientos de esta magnitud. En general, es muy poco recomendable proyectar el abastecimiento de agua para una población, empleando las aguas de lluvia, porque esto implica la construcción de grandes reservorios de almacenamiento; elevando considerablemente el costo de la obra además no es garantizable la seguridad de una producción suficiente.

## AGUAS SUPERFICIALES.-

Como consecuencia de la reducida y variable precipitación pluvial, los recursos hidrológicos superficiales de la zona son sumamente limitados y consisten de las aguas de los ríos Motupe y Chotaque esencialmente.

El escurrimiento superficial de estos ríos se efectúa con rapidez relativa al tiempo en que se producen las lluvias, por eso, en épocas de escasez o ausencia absoluta de éstas, los caudales se reducen notablemente hasta anularse en muchos casos.

El distrito de Motupe se encuentra dentro de las cuencas de los ríos Motupe y La Leche; siendo el área de la cuenca del río Motupe de 2,292 Km<sup>2</sup> (ver figura siguiente). Sus posibilidades de agua están supeditados a los meses de lluvia en la parte de la sierra que corresponde a la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes; ocurriendo sus mayores descargas en los meses de Enero a Abril. Su reducido caudal desaparece absorbido por las pampas del litoral, sin desembocar al mar.

a continuación se ofrece un cuadro con las descargas mensuales en metros cúbicos del río Motupe, ocurridos desde 1964 a 1968; datos proporcionados por la Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura.

## AGUAS SUBTERRANEAS.-

La principal fuente de agua en la zona durante la temporada de estiaje, es el agua subterránea que se encuentra a diferentes profundidades en el terreno aluvional del suelo costeño. Actualmente en Motupe las aguas subterráneas se extraen por medio de norias y pozos, utilizando bombas centrífugas y de turbina según se trate de pozos superficiales o profundos respectivamente.

En la zona existen 160 norias y 90 pozos tubulares con rendimiento medio de 50 lts/seg, de nivel estático entre 10 a 25 metros y nivel dinámico de 50 metros en promedio (asumido por observaciones hechas en algunos pozos).

En el cuadro siguiente se consignan los datos técnicos sobre pozos perforados en Motupe, obtenidos por el personal de la Compañía Italconsult, que realizó estudios de aguas subterráneas por cuenta del ex-Ministerio de Fomento y O.P. (la ubicación de estos pozos se muestra en el plano No. 3).

## DATOS TECNICOS SOBRE POZOS PERFORADOS EN MOTUPE

Pozo No.	Elevación m.s.n.m.	Profundidad (mt)	Diámet. (")	N. Estático(m)	Gasto Lt/seg	Firma Perforadora	Fecha perf.	Obser vac.
1	74.529	-	-	10.18	-	-	-	-
2	71.836	72.00	-	10.24	55	Medrano	1963	-
3	69.845	-	-	11.62	-	-	"	-
4	69.562	-	-	11.96	-	-	1964	-
5	73.357	69.00	-	11.06	-	Medrano	"	-
6	74.327	40.00	15	8.99	-	El Pacífico	"	-
7	71.636	69.00	15	13.97	-	co	"	-

## DATOS TECNICOS SOBRE POZOS PERFORADOS EN MOTUPE

Pozo No.	Elevación m.s.n.m.	Profundidad (m)	Diámet. (")	N.Estático(m)	Gasto Lt/seg	Firma Perforadora	Fecha Perf.	Observac.
8	72.384	59.50	15	10.56	-	El Pací-	1965	-
9	70.253	66.00	"	14.14	-	fico	"	Produc
10	70.398	62.00	"	13.76	-	"	"	cien-
11	70.423	59.00	"	13.02	-	"	"	do
12	-	-	-	-	-	-	-	"
13	67.590	69.00	-	-	37	Medrano	1965	"
14	65.878	79.00	15	-	38	"	1964	"
15	65.533	75.00	"	-	90	"	"	"
16	-	80.00	18	10.25	-	-	-	-
17	-	75.17	"	17.25	38	-	-	-
18	-	80.00	-	4.00	-	-	-	-
19	64.020	60.70	18	20.50	109	E.P.S.A.	-	Prod.
20	-	50.00	"	-	-	"	1963	"
21	-	-	-	-	-	-	-	"
22	-	60.00	-	10.00	40	E.P.S.A.	-	"
23	-	64.00	-	20.00	50	"	-	"
24	-	-	-	-	-	-	-	Aband.
25	-	51.50	-	18.00	40	E.P.S.A.	1965	Prod.
26	-	51.00	18	16.50	35	"	1963	"
27	-	60.00	-	18.00	60	JARSA	-	"
28	-	40.00	-	-	-	-	-	Aband.
29	-	-	-	-	-	-	-	"
30	-	-	-	-	-	-	-	Prod.
31	-	65.00	18	8.00	-	Castañeda	-	"
32	-	61.50	"	9.60	-	E.P.S.A.	-	"
33	-	-	-	-	-	"	-	"
34	-	37.00	-	7.40	40	Castañeda	1960	Prod.
35	-	63.40	-	8.70	30	E.P.S.A.	-	"
36	-	60.50	18	16.50	45	"	1964	"

## DATOS TECNICOS SOBRE POZOS PERFORADOS EN MOTUPE

Pozo No.	Elevación m.s.n.m.	Profundidad (mt)	Diámet. ("	N.Estático(m)	Gasto Lt/seg	Firma Perforadora	Fecha Perf.	Obser vac.
37	-	59.00	-	22.00	-	C.T.P.	-	Prod.
38	-	-	-	-	-	-	-	Abnd.
39	-	55.00	18	9.80	60	E.P.S.A.	1963	Prod.
40	-	-	-	-	-	-	-	"
41	-	-	-	-	-	-	-	"
42	-	-	-	-	-	-	-	"
43	-	-	-	-	-	-	-	"
44	-	50.40	18	19.70	20	Castañeda	-	"
45	-	41.50	"	11.70	60	"	-	"
46	-	-	"	-	-	-	-	"
47	-	-	"	-	-	E.P.S.A.	-	"
48	-	-	"	-	-	"	-	"
49	-	-	"	-	-	"	-	"
50	-	-	-	-	-	"	-	-
51	-	-	-	-	-	"	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-	Prod.
54	-	25.00	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	44	Castañeda	1961	-
56	-	-	-	-	30	E.P.S.A.	-	-
57	-	45.00	-	-	50	"	-	Prod.
58	-	-	-	-	-	-	-	"
59	-	52.50	18	5.40	105	-	1962	"
60	-	22.00	18	8.40	40	E.P.S.A.	-	No p.
61	-	61.00	"	7.00	40	E1 Pacff.	1960	"
62	-	27.00	"	-	60	E.P.S.A.	-	Prod.
63	-	55.00	19	11.00	50	"	1961	"
64	-	19.20	19	6.00	25	JARSA	-	"
65	-	42.00	"	12.00	35	-	1961	"
66	-	-	-	-	30	E.P.S.A.	-	-

## DATOS TECNICOS SOBRE POZOS PERFORADOS EN MOTUPE

Pozo No.	Elevación m.s.n.m.	Profundidad (m)	Diámet. (")	N. Estático (m)	Gasto Lt/seg	Firma Perforadora	Fecha perf.	Obser. vac.
67	-	55.00	18	21.70	60	-	1962	Prod.
68	-	-	-	-	-	E.P.S.A.	-	-
69	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-
71	-	75.00	-	-	55	-	-	Prod.
72	-	25.00	18	-	15	-	-	-
73	-	40.00	"	7.40	-	E.P.S.A.	-	No p.
74	-	26.00	"	10.20	-	Castañeda	1965	Prod.
75	-	15.20	"	9.50	-	"	-	No p.
76	-	33.00	"	15.00	30	"	1962	Prod.
77	-	62.50	"	8.00	28	E.P.S.A.	"	"
78	-	41.00	"	3.50	40	"	"	"
79	-	30.50	"	7.00	20	Castañeda	"	"
80	-	29.00	"	6.00	-	"	1961	"
81	-	32.00	"	4.00	10	A.S.S.A.	"	"
82	-	32.00	"	8.50	110	Castañeda	-	"
83	-	36.50	"	7.20	60	"	1962	"
84	-	32.00	-	7.20	60	"	-	Aband.
85	-	25.00	-	8.00	30	-	-	"
86	-	35.00	-	25.00	80	-	-	Prod.
87	-	60.00	-	-	20	E.P.S.A.	-	"
88	-	50.00	18	13.00	-	Castañeda	-	Aband.
89	-	-	-	-	40	"	-	Prod.
90	-	50.00	18	18.00	40	JARSA	1964	"
91	-	-	18	-	-	Castañeda	-	"
92	-	51.50	18	18.00	-	E.P.S.A.	1964	No p.
93	-	63.50	16	20.00	55	Castañeda	-	Prod.
94	-	-	-	-	-	-	-	-
95	-	66.00	18	19.60	70	Castañeda	1963	-

## DATOS TECNICOS SOBRE POZOS PERFORADOS EN MOTUPE

Pozo No.	Elevación m.s.n.m.	Profundidad (m)	Diámet. (")	N. Estático(m)	Gasto Lt/seg	Firma Perforadora	Fecha perf.	Observac. vac.
96	-	70.50	19	12.00	42	Medrano	1965	Prod.
97	-	-	-	-	40	JARSA	-	Aband.
98	-	-	18	-	50	Castañeda	1964	Prod.
99	-	60.00	"	22.00	-	"	1965	No p.
100	-	30.00	-	10.00	25	-	-	-
101	-	-	-	-	-	-	-	-

En el cuadro anterior no se consignan los niveles dinámicos por carencia de la información pertinente, excepto el que corresponde al pozo No. 97 cuyo nivel dinámico es de 24 metros.

La profundidad de los pozos depende de la profundidad de la napa acuífera, en algunas zonas la necesidad de agua ha llevado a profundizar los pozos hasta los 80 metros.

Con el advenimiento de los primeros pozos profundos (puestos en explotación por empresas privadas) el agua extraída fue utilizada para irrigación.

Se calcula que en la actualidad se extraen, de la zona comprendida por Motupe, Salas y Hacienda la Viña,  $52 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ . El grueso de estas aguas se utilizan para irrigación.

## ASPECTOS GEOLOGICOS.-

En el área de Motupe, las pocas investigaciones realizadas no permiten deducir la configuración de la base rocosa para ser reconstruida precisamente; a pesar de esto podemos suponer que el relieve enterrado no es muy diferente del relieve superficial que consiste de relleno de tipo aluvional.

Las rocas más antiguas que afloran en la región de Motupe, están formadas por pizarras metamórficas y filitas de colores oscuros y en algunos lugares cloritizadas.

En las partes altas de los cerros, cuarcitas de color rojizo suelen yacer discordantemente encima de las pizarras.

Este complejo de estratos de edad paleozoica aflora tanto en el Portachuelo de Olmos (cerros Barranco y Colorado), como en el Cerro Chalpón al norte de Motupe, y en el Cerro Somolipe al S.E. del mismo lugar.

Pequeños afloramientos graníticos se presentan, principalmente, sobre las crestas de las ondulaciones que se elevan al S.O. de Motupe, en el Cerro Briceño.

Las rocas sedimentarias metamórficas (pizarras, filita y cuarcitas) y las ígneas (granito) constituyen el basamento sobre el cual se han depositado los sedimentos de edad cuaternaria.

#### ASPECTOS HIDROLOGICOS DE LOS ACUIFEROS.-

El agua subterránea se encuentra a poca profundidad como ya se mencionó anteriormente. Se ha constatado que en las llanuras de Motupe y Salas, parece que (yendo hacia la costa) los acuíferos individualmente se interfieren y forman un solo acuífero, que gradualmente vierte sus aguas en el mar.

Como fuentes de recarga se tienen las aguas infiltradas a través de los lechos de las cuencas de los ríos Motupe, Chochope y Chotaque; y a la percolación que se produce en los terrenos de cultivo.

El río Motupe que ha transportado una parte de los sedimentos fluviales de las campiñas de Motupe, se ha formado por la confluencia de los ríos Chiñama y Chochope, los que nacen en la divisoria de aguas de la Cordillera de los Andes, en los cerros Negro (3,132 m.s.n.m.) y Yanahuaca (4,062 m.s.n.m.) respectivamente, cada uno con un recorrido de 35 Kms.

La otra parte de los sedimentos se debe al acarreo del río Chochope, el que nace en el Cerro Gallo (1,500 m.s.n.m.). El río Chotaque, cuyo recorrido es de unos 55 Kms. de largo, se une con el río Motupe en un punto situado a unos 18 Kms. al S.S.O. de Motupe.

Estudios realizados sobre el origen de los caudales subterráneos indican que hay la posibilidad de que algunos acuíferos sobre la vertiente del Pacífico en Sudamérica reciban constantemente recarga de agua superficial que ocurre al Atlántico por las laderas de la Cordillera.

Esto ocurre, por filtración a través de formaciones permeables o por grandes fracturas tectónicas, que bien pueden proveer cursos de agua entre dos vertientes.

#### CONFIGURACION DE LA MESA DE AGUA.-

Mediciones periódicas del nivel de la mesa de agua, hechas en los pozos y norias, permitieron tener una idea de su configuración.

Se observó que las gradientes hidráulicas son mayores en la zona superior de la corriente que en la zona del valle. En general puede decirse que la mesa de agua tiene una gradiente decreciente desde aguas arriba a aguas abajo.

En la llanura de Motupe, el agua subterránea descansa en un nivel absoluto alrededor de 200 m.s.n.m. cerca a Chochope. Fluye aguas

abajo, primero con una gradiente de 0.006, pero más adelante por la restricción morfológica cerca a Motupe promedia alrededor de 0.003.

En el plano No. 4 se muestra la configuración de la mesa de agua, la que fue obtenida en Mayo de 1965.

#### CARACTERISTICAS DEL ESTRATO ACUIFERO.-

Es conocido por cierto que la napa acuífera descansa completamente sobre un lecho impermeable que consiste en algunos lugares de aluvionales cuaternarios arcillosos y en otros lugares por igualmente arcillas sedimentarias de dudosa antigüedad (probablemente terciarias) cuyo espesor puede alcanzar cien o solo diez a doce metros.

La naturaleza del estrato impermeable indica la existencia de una superficie antigua, con su dureza muestra que tiene básicamente formaciones arcillosas sobre la que se encuentra el estrato permeable.

El aluvional enterrado parece tener buena distribución del tamaño del material y consiste esencialmente de arena a menudo mezclada con cascajo y lechos compactos de arcilla.

Los diferentes ciclos de erosión y deposición que han ocurrido como resultado de la actividad orogénica han fisurado la tierra en frecuentes cortes laterales.

El espesor del estrato acuífero varía considerablemente de zona en zona. En general el aluvial permeable alcanza o excede una profundidad de 100 metros bajo el nivel del terreno en unos cuantos lugares.

No obstante, el porcentaje de material permeable no es muy grande por que existen frecuentes intercalaciones, principalmente, de aluvial arcilloso que separa niveles acuíferos.

Como ya se mencionó, el estrato acuífero en el valle de Motupe se encuentra a una profundidad de 10 a 25 metros y generalmente consiste de conglomerado y lechos de arcilla sedimentaria. El espesor del aluvional varía de lugar a lugar.

#### CALIDAD Y TEMPERATURA DEL AGUA SUBTERRANEA.-

El agua es de buena calidad. La salinidad no constituye un problema ya que se encuentra dentro de los límites permitidos. No hay infiltraciones del agua de mar, porque el lecho del estrato acuífero se encuentra siempre por encima del nivel medio del mar.

En cuanto a la temperatura, se observó que parece aumentar desde aguas arriba a aguas abajo; es decir hay un mínimo posible cerca a los manantiales de recarga y un aumento, aunque despreciable, donde la gradiente hidráulica es muy baja.

En la zona de Motupe, se encontró que la temperatura del agua subterránea variaba de un valor mínimo de 26°C encontrada en los pozos aguas arriba, aumentando gradualmente aguas abajo hasta un máximo de 31°C.

En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos en los análisis de aguas tomadas de pozos en el área de Motupe, datos proporcionados por la Oficina del Proyecto de Irrigación Olmos.

Pozo No.	Fecha de muestra	Residuos secos a 105°(ppm)	pH ppm	Cl ppm	SO <sub>4</sub> ppm	HCO <sub>3</sub> ppm	Na ppm	Ca ppm	Mg ppm
1	10/8/64	-	-	-	-	-	177	54	22
2	"	-	-	-	-	-	139	28	3
7	"	-	-	-	-	-	150	110	41
17	9/8/65	860	7.7	134	136	323	210	51	20
21	13/8/65	700	7.3	78	-	360	115	48	21
25	17/8/65	760	7.6	71	-	305	-	-	-
32	14/8/64	-	-	-	-	-	58	67	29
33	"	-	-	-	-	-	62	96	46
37	9/8/65	500	7.9	42	53	280	47	60	18
52	19/8/65	990	7.4	163	103	555	213	96	48
54	18/8/65	330	7.3	21	-	164	-	-	-
61	11/8/64	-	-	-	-	-	32	40	13
76	18/8/65	330	7.3	14	-	122	-	-	-
78	13/8/65	650	7.1	24	-	335	-	-	-
82	19/8/65	600	7.6	65	156	336	85	68	33
85	14/8/64	-	-	-	-	-	-	48	26
86	"	-	-	-	-	-	113	64	57

#### PERFIL ESTRATIGRAFICO.-

Como ya anotamos, la llanura de Motupe está formada por depósitos sedimentarios, presencia de aluvionales, encontrándose en este conglomerado, depósitos eólicos. Todo esto descansa sobre un lecho rocoso que probablemente tiene la misma composición de las rocas afloradas sobre la superficie.

Los resultados obtenidos en el análisis de las diferentes capas de que están formados los perfiles estratigráficos de algunos pozos en actual funcionamiento, hacen posible deducir que el porcentaje de material

permeable no es muy grande, porque existen frecuentes intercalaciones de material mezclado con arcilla. En algunas zonas éstas constituyen capas impermeables que encierran la napa freática.

La sucesión del terreno aluvional en la llanura puede ser resumida en las siguientes capas, desde la superficial hasta la impermeable:

Primer grupo de niveles, constituido por tierra de cultivo, fina arena.

Segundo grupo de niveles, consistente de conglomerado de arena y grava con delgados lechos arcillo-arenosos. Este grupo no es acuífero.

Tercer grupo de niveles, consiste de alteraciones de arena y grava con aluvi6n arcilloso. No es muy permeable y generalmente contiene pequeños estratos acuíferos. Su espesor varía de 3 a 12 metros.

Cuarto grupo de niveles, consiste de alteraciones de arena, cascajo y material aluvional arcilloso; este grupo forma un estrato impermeable, donde se presenta divide al estrato acuífero. Su espesor nunca excede de 10 metros.

Quinto grupo de niveles, consiste de arena y grava, conteniendo algunas veces delgadas intercalaciones de material arcilloso. Este estrato es permeable, su espesor es variable, donde se presenta tiene pocos metros.

Sexto grupo de niveles, constituye el estrato impermeable, formado por cascajo con arcilla dura. Este grupo que se presenta en todas partes, se puede considerar que constituye el lecho del aluvional. Es siempre de gran espesor, pudiendo alcanzar hasta cientos de metros.

Como comprobación de las últimas anotaciones presentamos los resultados de unos de los sondajes, las formaciones litológicas encontradas fueron:

0.00	. . . . .	1.00 m tierra de cultivo
1.00	. . . . .	6.00 m cascajo y arcilla
6.00	. . . . .	13.00 m arcilla con piedra
13.00	. . . . .	22.00 m cascajo menudo poca arcilla
22.00	. . . . .	27.00 m arcilla con cascajo
27.00	. . . . .	35.00 m piedra y arcilla arenosa
35.00	. . . . .	39.00 m cascajo con arcilla
39.00	. . . . .	46.00 m arena gruesa poca arcilla
46.00	. . . . .	52.00 m arcilla poco cascajo
52.00	. . . . .	57.00 m piedra con arcilla
57.00	. . . . .	61.00 m arcilla dura blanquisca

CONCLUSIONES RESPECTO A LA FUENTE UTILIZABLE.-

Las aguas subterráneas constituyen una buena solución para el abastecimiento de la población. En relación a este punto, cabe destacar que la zona es excepcionalmente favorable a tal captación por su abundante agua en los estratos del subsuelo.

Esta realidad está ampliamente confirmada por la existencia de gran cantidad de pozos que encuentra agua a solo 7 u 8 metros de profundidad.

La calidad del agua es buena, dulce al sabor y sus características químicas cumplen con los límites standard.

## SOLUCION DE APROVECHAMIENTO DE LA FUENTE CONSIDERADA.-

En el área de estudio existen cerca de 50 pozos tubulares con rendimiento medio de 50 l.p.s. y profundidades aproximadas de 50 metros aún cuando la napa de agua se encuentra a poca profundidad.

Por otro lado, la Compañía Empresa Perforadora S.A. perforó, especialmente para dotar de agua a Motupe, dos pozos tubulares. El primer pozo fue perforado en Mayo de 1958, pero tuvo que ser abandonado posteriormente en vista de su pobre rendimiento de 8 l.p.s. El segundo pozo fue perforado en Enero de 1963, encontrándose la mesa de agua a una profundidad de 7 metros y con una depresión de la napa de 48 metros se obtuvo un rendimiento de 78 litros por segundo.

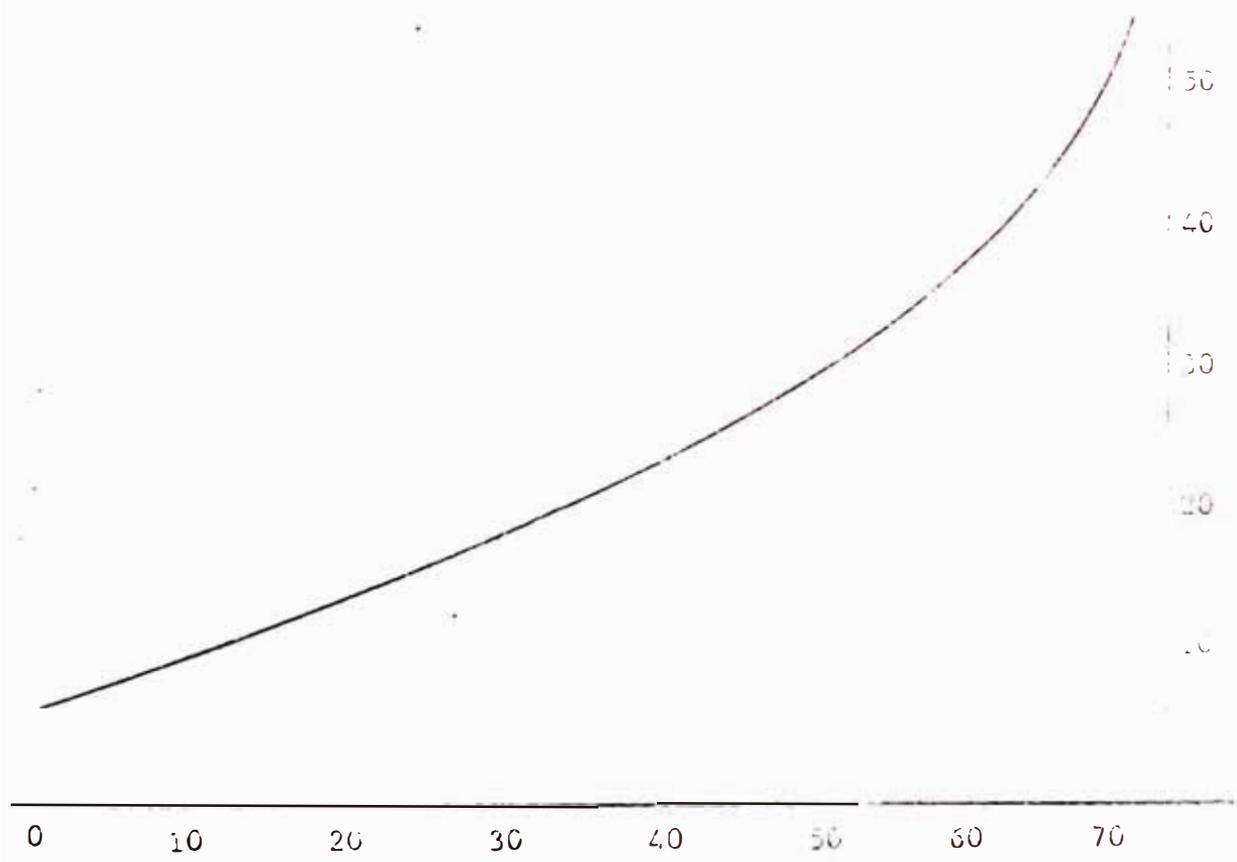
Este es el pozo que se utilizará para el aprovechamiento de las aguas subterráneas, se encuentra cercano a la población a unos 280 metros aproximadamente lo que significa economía por concepto de conducción del agua hasta el lugar de consumo.

La curva de rendimiento del pozo que se ha de utilizar y su perfil estratigráfico se muestran a continuación. Información proporcionada por el departamento de Planificación del F.N.D.E.

CURVA DE RENDIMIENTO

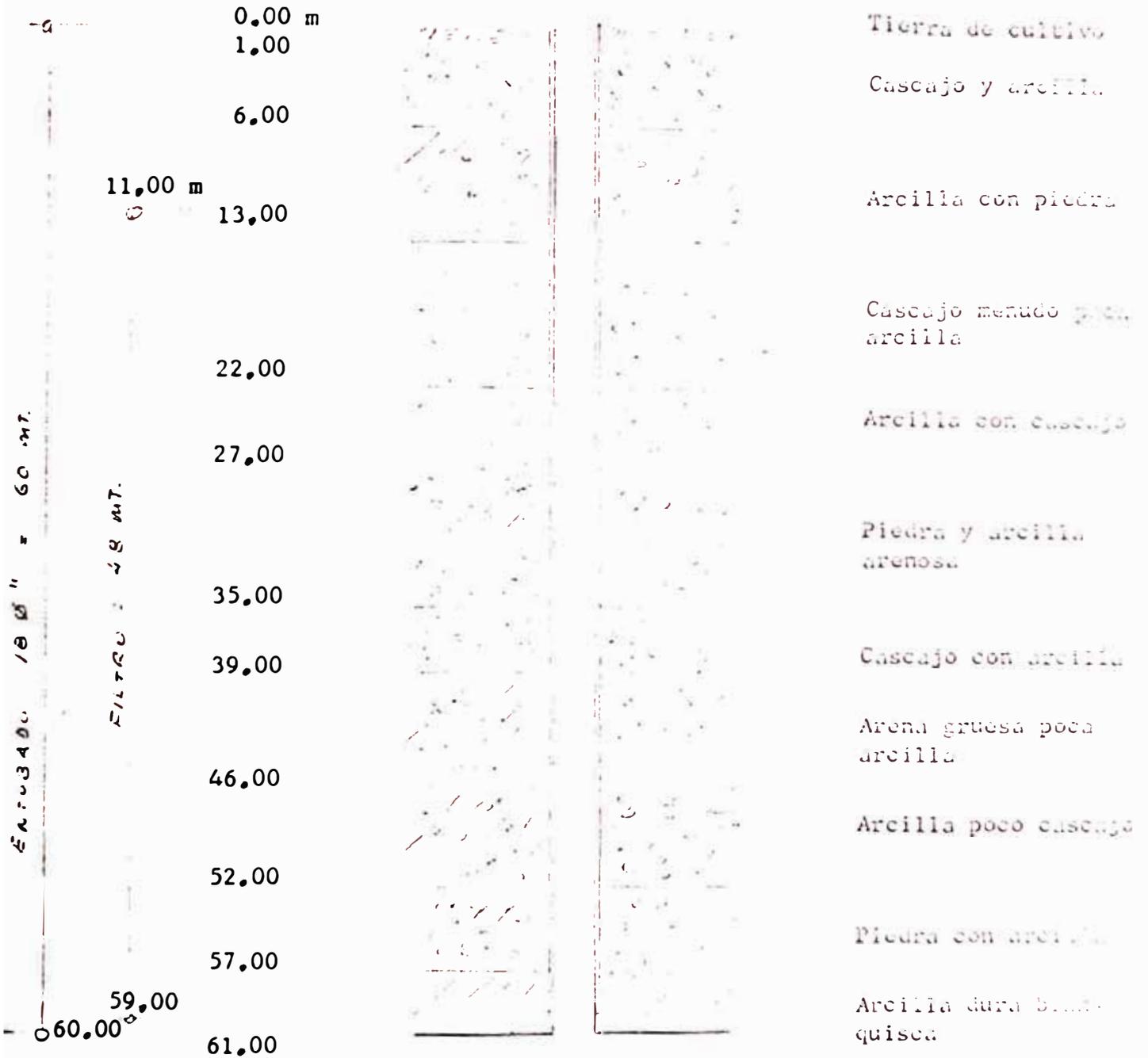
OBSERVACIONES

N. Dinámico	Rendimiento
20.00 mt.	30 lt/sg
31.50 "	50 "
37.00 "	58 "
42.50 "	65 "
55.00 "	72 "



RENDIMIENTO lt/sg

PERFIL ESTRATIGRAFICO



OBSERVACIONES.-

Nivel estático . . . . . 7.00 mts.  
 Nivel dinámico . . . . . 55.00 "  
 Rendimiento . . . . . 72 lt/seg

ESCALA: 1/400

## C A P I T U L O V

## PRINCIPIOS BASICOS DE DISEÑO

## DOTACION.-

Normalmente el consumo de agua producido en un sistema de distribución comprende los usos de tipo doméstico, público, comercial, industrial y protección contra incendios. A estos usos se deben añadir las pérdidas y desperdicios inevitables.

Valores poco adecuados para ser aceptados en general en nuestro medio se muestran en el cuadro I, éstos corresponden a ciudades norteamericanas corrientemente con un standard de vida elevado y apreciable uso de agua para industrias y comercios; en nuestro medio, y particularmente para poblaciones pequeñas como Motupe, el mayor porcentaje corresponde al consumo doméstico donde la actividad industrial es incipiente y el consumo público mínimo, siendo el valor correspondiente a pérdidas y desperdicios dependientes de la administración del servicio y del sistema tarifario.

En Motupe la única actividad industrial que se desarrolla y en forma pequeña es la fabricación de mieles y chancacas de caña de azúcar que tiene actualmente un abastecimiento de agua propio por pozo perforado. Hasta donde se ha podido obtener información, no existe actualmente ningún proyecto para la formación de otras actividades industriales.

Por lo tanto, en la dotación que se adopte no se contemplará este tipo de consumo, el cual podrá ser absorbido por el consumo doméstico. En base a este criterio el consumo total puede ser desdoblado en los siguientes porcentajes:

CUADRO I - CONSUMO NORMAL DE AGUA EN COMUNIDADES NORTEAMERICANAS

Clases de Consumo	C a n t i d a d (l.p.d.)	
	Rango Normal	Promedio
Doméstico	58 - 265	189
Comercial e industrial	38 - 379	246
Público	19 - 76	38
Otros usos	38 - 152	95
Total	153 - 872	568

Tomado de Water and Wastewater Engineering de G. M. Fair y John C. Geyer

CUADRO II - GUIAS DE DISEÑO ADOPTADAS EN EL CONGRESO EFECTUADO EN LA CIUDAD DE LIMA POR LA PAHO EN 1961

TIPO DE COMUNIDAD	Consumo Promedio (l.p.d.)
Para comunidades con menos de 2,000 hab., para servicio público por piletas . . . . .	60 - 80
Para comunidades con poblaciones entre 2,000 y 8,000 hab., para servicio combinado (pile- tas y servicio doméstico). . . . .	60 - 120
Para comunidades con poblaciones entre 8,000 y 40,000 hab., para servicio exclusivo de conexio- nes domiciliarias. . . . .	120 - 160
Para comunidades con poblaciones mayores de 40,000 hab., para conexiones domiciliarias. . . . .	120 - 200

Para el consumo público, un 10% del consumo total, el que en este tipo de asentamientos urbanos es utilizado, principalmente, en el regado de calles para evitar las polvaredas.

Para el consumo comercial, un 10% del consumo total, sin riesgo de incurrir en error significativo.

Las pérdidas y desperdicios representan usualmente el 20% del consumo total. Este tipo de consumo se puede tratar de disminuir con un adecuado mantenimiento de las redes y control del consumo, pero no se puede evitar.

Para el consumo doméstico nos quedaría así un 60% del consumo total. Refiriendo el problema a la gúfa de diseño adoptada en el Congreso de la PAHO realizado en Lima en 1961, cuyos valores se muestran en el Cuadro II, se tendría un consumo doméstico de 120 l.p.d. que relacionado con el porcentaje anteriormente indicado resulta en una dotación de 200 l.p.d. Este valor se encuentra dentro de los rangos establecidos por las normas de diseño peruanas y venezolanas cuyos valores se dan en los Cuadros III y IV.

Igualmente, por investigaciones de consumo realizadas en Chiclayo se sabe que esta ciudad en 1940, con una población de 17,000 habitantes, disponía de 150 l.p.d. como dotación. Posteriormente se están ejecutando obras de ampliación del sistema de abastecimiento de agua para una dotación de 250 l.p.d. De manera que la dotación anteriormente indicada para Motupe se encuentra dentro de un rango satisfactorio de 150-250 l.p.d.

CUADRO III - NORMAS PROVISIONALES PARA LA ELABORACION DE PROYECTOS Y SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PUBLICO DE AGUA

P O B L A C I O N	Dotación (l.p.d.)
2,000 - 5,000 habitantes	100 - 150
5,000 - 15,000 "	150 - 200
Más de 15,000 "	Más de 200

Datos proporcionados por la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Vivienda

CUADRO IV - NORMAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ACUEDUCTOS PARA PEQUEÑAS POBLACIONES EN VENEZUELA

TIPO DE SERVICIO	Dotación (L.p.d.)
Para abastecimiento por medio de piletas públicas . . . . .	150
Para servicio de conexiones domiciliarias sin medidores. . . . .	250
Para servicio de conexiones domiciliarias con medidores. . . . .	200

Se podrá garantizar un servicio eficiente siempre y cuando el sistema sea operado sobre la base de un control del consumo domiciliario con medidores en perfecto estado de funcionamiento y con la adopción de un adecuado sistema tarifario. Sin estos requisitos sería inútil tratar de establecer valores de dotación promedio, ya que la falta de control provocaría el mal uso del agua.

#### VARIACIONES DE CONSUMO.-

La población de Motupe carece actualmente de servicio público de agua potable corriente, se abastece de agua de pozos provistos de una bomba accionada mecánicamente, no existiendo por consiguiente las condiciones para realizar investigaciones respecto al consumo y sus variaciones.

Por ser una ciudad costera donde las variaciones estacionales de temperatura no son grandes, se puede considerar para la misma una variación para el máximo de 130% con respecto al consumo promedio diario. Este valor se encuentra dentro de los rangos dados por las normas de diseño que se muestran en los cuadros V y VI.

El máximo diario asumido es factor determinante en el diseño de las instalaciones de captación, conducción, de almacenamiento y plantas de tratamiento.

Por otro lado, por ser una población que se dedica principalmente a la agricultura, es normal observar un mayor desenvolvimiento humano en las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde, que al medio día. De este modo, en las horas del día, con pequeñas diferencias, se puede aceptar la ocurrencia de un fuerte consumo horario entre las 8 y las 10 de la mañana. En seguida una demanda intermedia al medio día

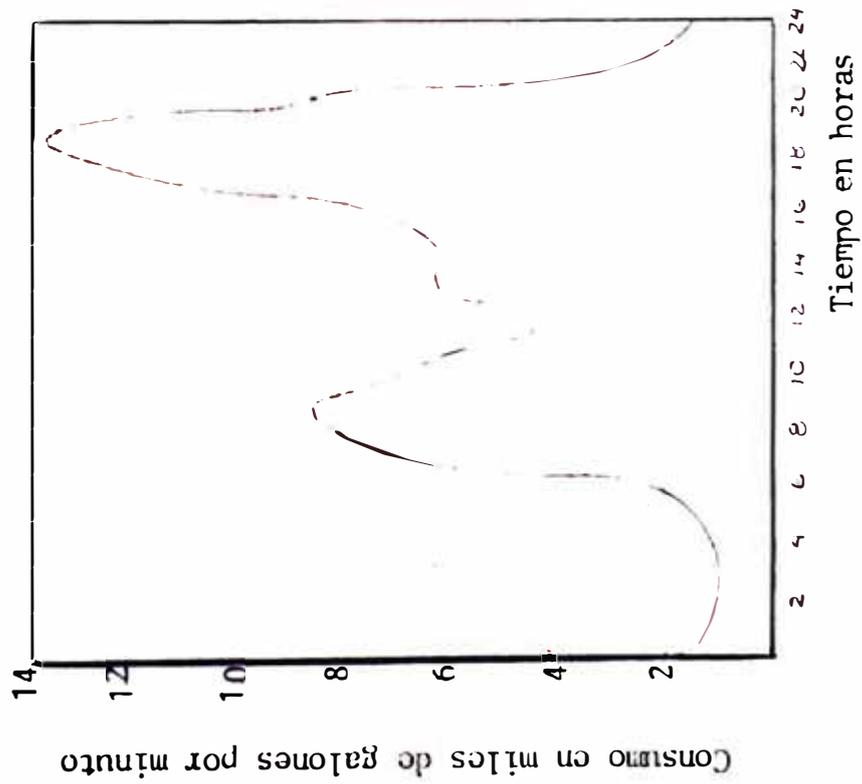
para tener el máximo consumo horario entre las 5 y las 7 de la tarde; disminuyendo paulatinamente para tener un mínimo entre las 12 de la noche y las 4 de la mañana del día siguiente. Una idea de este tipo de variaciones de consumo se dan en los gráficos No. 3 y No. 4

El primero se refiere a las variaciones del consumo de agua en un día caluroso de Junio en Tucson, Arizona. Los valores máximos corresponden a las horas del regado de árboles y jardines, siendo el máximo horario el 240% del consumo promedio.

En el segundo gráfico se pueden apreciar dos puntas, lo cual es explicable por las costumbres alemanas de efectuar el trabajo diario en una sola jornada corrida, por lo que los máximos coinciden con las horas de inicio y final de la jornada, siendo el máximo horario el 167% del consumo promedio en el día de máximo consumo.

Conociendo las costumbres de la población de Motupe se puede admitir una curva de forma similar a las antes mencionadas, la cual se muestra en el gráfico No. 5 donde se indica el mínimo entre las 0 horas y las 4 de la mañana, para luego ir aumentando hasta un máximo entre las 9 y las 10 de la mañana que corresponde a las horas de preparación del almuerzo, el que es aprovechado en el mismo campo de trabajo, por lo tanto se tendrá un mínimo a las 12 del día, para luego ir aumentando el consumo, que corresponde a las horas del lavado de ropa, hasta un máximo a las 6 de la tarde que corresponde a las horas de preparación de alimentos y del aseo personal como final de la jornada de trabajo, para después ir disminuyendo hasta tener un mínimo a las 12 de la noche. Se ha proyectado como máximo horario un valor de 260% del promedio diario

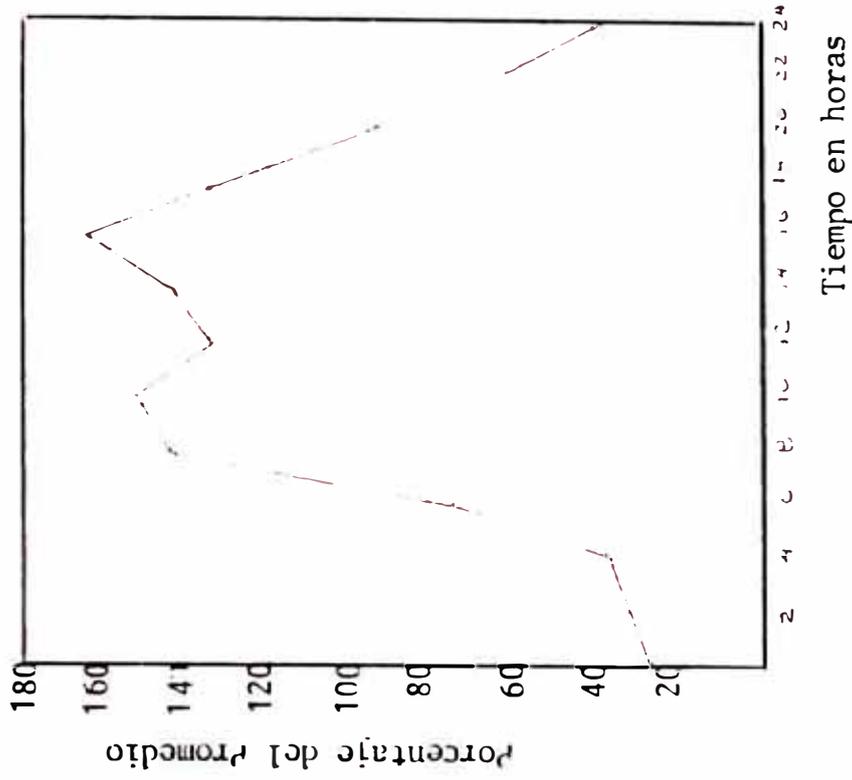
VARIACIONES DE CONSUMO DE AGUA EN  
TUCSON, ARIZONA



Tomado de Water Supply de Hardenbergh

Gráfico N° 3

VARIACIONES HORARIAS DEL DIA MAXIMO  
EN CIUDADES ALEMANAS



Tomado de "Abastecimiento de Agua Potable"  
por José Franco Henríques

Gráfico N° 4

CUADRO V - NORMAS PROVISIONALES DE LA DIRECCION DE OBRAS SANITARIAS DEL  
Ministerio de Vivienda

<u>RAZON</u>	<u>RANGO</u>	<u>PROMEDIO</u>
Dia máximo : día promedio	(1.3 - 1.5):1	1.4:1
Hora máxima: hora promedio del día máximo	(1.5 - 1.8):1	1.65:1

CUADRO VI - NORMAS DE DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PUBLICADO POR  
LA O.P.S. en 1964

<u>RAZON</u>	<u>RANGO</u>	<u>PROMEDIO</u>
Máximo diario : promedio anual	(1.2 - 1.6):1	1.4:1
Maximo horario: promedio anual	(2.0 - 2.5):1	2.25:1

CUADRO VII - GUIAS DE DISEÑO RECOMENDADAS PARA EL SISTEMA PRINCIPAL DE  
DISTRIBUCION DE LIMA

Promedio anual	100%
Consumo máximo diario	130%
Consumo máximo horario	260%
Consumo mínimo horario	40%

VARIACIONES HORARIAS PROYECTADAS PARA EL DIA  
MAXIMO

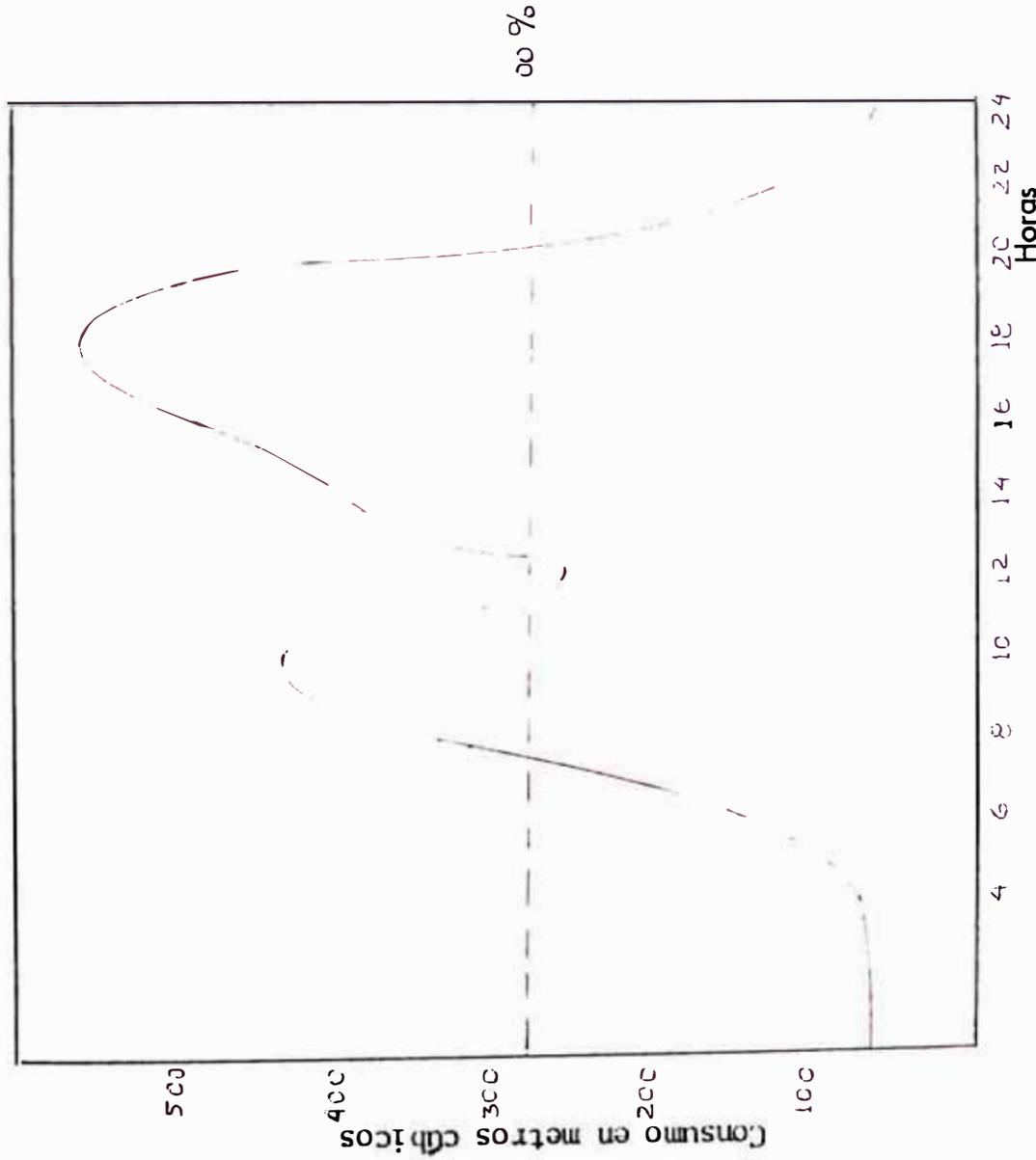


Gráfico N° 5

VARIACIONES HORARIAS DE CONSUMO  
PROYECTADAS PARA EL DIA MAXIMO

Horas	% del día Máximo	Consumo m <sup>3</sup> c/2 h.	Consumo Acum. m <sup>3</sup>
2	25	70.42	70.42
4	26	73.22	143.64
6	50	140.83	284.47
8	120	338.00	622.47
10	155	426.58	1059.05
12	91	236.32	1315.37
14	140	354.33	1709.70
16	175	462.92	2202.62
18	200	563.33	2765.95
20	153	420.96	3196.91
22	40	112.67	3309.58
24	25	70.42	3380.00

anual. Este valor se encuentra dentro de los rangos dados por las normas y guías de diseño que se muestran en los cuadros V y VII.

Los coeficientes proyectados son en consecuencia los siguientes:

Promedio anual	100%
Día de máximo consumo	130%
Consumo máximo horario	260%
Consumo Mínimo horario	20%

#### CAUDALES.-

Los caudales necesarios para atender a la probable población futura de diseño de 13,000 habitantes, con una dotación promedio anual de 200 lts./día, resultan por consiguiente:

Caudal promedio anual	30.09 lt/seg
Caudal promedio en el día de máximo consumo	39.12 lt/seg
Máximo maximorum	78.23 lt/seg

#### CAUDAL PARA INCENDIO.-

En el proyecto integral de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Piura, se considera la posibilidad de que se produzcan dos siniestros simultáneos en las ciudades de Piura y Castilla. Cada incendio atendido por lo menos por dos grifos con un gasto de 12.5 lts/seg cada uno y con una duración de cinco horas.

Este es un criterio que se adapta a las características de Motupe. Sin embargo, por ser una ciudad pequeña donde la mayoría de las

viviendas son de una sola planta y de poco valor, y donde no existen ni grandes establecimientos comerciales ni industriales que proteger, se considera suficiente proveer la atención de un incendio por dos grifos actuando simultáneamente con una entrega de 12.5 lt/seg cada uno durante dos horas.

Para el cálculo de la red de distribución se ha aplicado el criterio del "gasto coincidente" que consiste en considerar el gasto que resulte mayor al comparar el máximo horario con el promedio del consumo. En el día de máxima demanda, más el gasto para combatir incendios.

#### VOLUMENES DE REGULACION Y RESERVA. -

De acuerdo con la curva de las variaciones horarias proyectadas para el día máximo que se muestra en el gráfico N°5 se ha proyectado que la estación de bombeo trabaje entre las 5 y 11 horas y entre las 13 y las 21 horas. Con este régimen de bombeo, en el diagrama-masa de las variaciones horarias de consumo que se presenta en el gráfico N°6 elaborado de acuerdo con los valores que se dan en el cuadro VIII, al final del período de diseño, será necesario un volumen de regulación de  $470\text{m}^3$  que sirva para abastecer en las horas de parada del equipo de bombeo.

Con relación a la reserva recomendada para cubrir eventuales emergencias por fallas menores en los equipos, Fair y Geyer en su libro "Water and Wastewater Engineering", estiman que ésta puede ser considerada como la cuarta parte del volumen total de regulación y reserva. Adoptando este criterio, el volumen de

regulación representa las tres cuartas partes del volumen total de regulación y reserva, el que por un proceso algebraico resulta en  $620\text{m}^3$ . Se estima que este volumen almacenado podrá abastecer a la población durante cinco horas del día máximo.

Para asegurar un volumen de reserva para combatir incendios, se ha proyectado que un siniestro será atacado por dos grifos actuando simultáneamente durante dos horas con un gasto de  $12.5 \text{ lt/seg}$  cada uno.

Resulta, por consiguiente, necesario un volumen total de almacenamiento, al final del período de diseño, de  $800\text{m}^3$ .

#### PRESIONES MINIMAS Y MAXIMAS PERMISIBLES.-

Como se ha mencionado anteriormente, en Motupe existen viviendas de uno y dos pisos, se supone que en concordancia con el aumento de densidad y el progreso de sus moradores, en el futuro existan viviendas de más de tres pisos; en consecuencia, la presión mínima de diseño que se adopte sería la necesaria para elevar el agua desde el nivel horizontal de la tubería en la calle hasta el aparato más elevado en una vivienda de tres pisos. Suponiendo que haya una diferencia de altura de  $8.80\text{m}$ , esta carga es susceptible de incremento en un  $50\%$  por pérdidas de fricción en la conexión exterior y en las instalaciones interiores.

Así mismo, cada aparato higiénico requiere de una presión mínima para funcionar de  $5\text{lbs/pulg}^2$ , considerando el uso de un solo aparato por vez, la carga necesaria sería de  $3.50\text{m}$ . Además, el uso de medidores requiere de una carga que varía entre los  $3$  y  $4$  metros.

Por consiguiente, la presión necesaria para satisfacer todas estas necesidades estaría dada por una columna de agua de 20 metros.

Los alrededores de Motupe son llanos, por lo tanto es necesario elevar el reservorio de tal manera que se tenga en cualquier punto de la red una presión mínima de 20 metros; las presiones máximas que ha de soportar la red corresponden a las horas de mínimo consumo, cuando el nivel de agua en el reservorio sea máximo; pero, estos valores se encuentran por debajo del máximo de 52,5 metros recomendado por la Dirección General de Obras Sanitarias del Ministerio de Vivienda.

En caso de incendio, las presiones altas necesarias serán proporcionadas por las motobombas portátiles de las compañías de bomberos.

## CAPITULO VI

### CAPTACION

#### ASPECTOS GENERALES.-

Como se ha indicado en el capítulo IV, el sistema de abastecimiento para la ciudad de Motupe, será mediante el aprovechamiento del agua del subsuelo. Se captarán las aguas del pozo cuyo perfil estratigráfico se muestra en dicho capítulo, del cual para una depresión de 48 metros se obtuvo un rendimiento de 72 lts/seg., de lo cual se deduce que la capacidad específica estaría alrededor de 1.5 lt/seg/ml.

#### CAPACIDAD.-

El gasto o caudal de bombeo, es función del consumo medio del día de máxima demanda de la localidad, y del número de horas de bombeo durante el día, aceptando que la producción de la fuente satisface las necesidades previstas.

Para un consumo medio diario dado, el gasto de bombeo es inversamente proporcional a las horas de bombeo. Dicho gasto es mínimo, cuando se bombea en forma continua durante 24 horas, aumentando en forma lineal, a medida que el número de horas de bombeo disminuye.

Habiéndose adoptado el período de bombeo de 14 horas al día, el gasto de bombeo será :

$$Q_B = \frac{24}{14} \times Q_{MD}$$

siendo:  $Q_{MD} = 39.12 \text{ lts/seg.}$

$$Q_B = 68 \text{ lts/seg.}$$

Por experiencia, se sabe, que en ciudades de características similares a la de Motupe, en los primeros años de servicio, la demanda es menor lo que implica que las horas de bombeo al día, sean también menores, aumentando progresivamente, de acuerdo al crecimiento de la población, hasta llegar al máximo de 14 horas, que corresponde a la demanda de la población prevista al final del período de diseño.

Es necesario recordar, que el período de diseño del presente trabajo es de 20 años,

y además que la vida útil de un equipo de bombeo es del orden los 10 a 15 años. Por lo que se estima conveniente establecer dos etapas de 10 años cada una, para el cálculo de los equipos.

Asi mismo, con respecto al dimensionamiento del reservorio, se ha adoptado el mismo criterio, para la primera etapa se proyecta un reservorio de nivel flotante de  $400 \text{ m}^3$ . de capacidad, y para la segunda etapa, otro de la misma capacidad. El dimensionamiento hidráulico de cada uno de ellos aparece en el capítulo correspondiente.

En consecuencia, los caudales de bombeo, tanto para la primera como para la segunda etapa son los siguientes

Primera etapa.- ( 10 años )

Población 1979 = 9760 hab.

Gasto mínimo diario :  $Q_{MD}$

$$Q_{MD} = \frac{9760 \times 200 \times 1.3}{86,400}$$

$$Q_{MD} = 29.37 \text{ lt/seg.}$$

Gasto de bombeo :  $Q_b$

$$Q_b = \frac{24}{14} \times 29.37$$

$$Q_b = 50 \text{ lt/seg.}$$

Gasto que será proporcionado por dos bombas de turbina para pozo profundo de 25 lts/seg. cada una.

Como se dispone de un solo pozo, se perforará otro a 100 metros del anterior.

El nivel estático en esta zona se encuentra a 7 metros de profundidad y el rendimiento de la napa acuífera es de 1.5 lt/seg./ml. aproximadamente. Luego se tendrá :

Nivel estático	7.00 mt.
Depresión	17.00 mt.
Impulsores	1.50 mt.
Tubo de succión	1.50 mt.
Distancia de canastilla al fondo del pozo	<u>5.00 mt</u>
Profundidad del pozo	32.00 mt.

con fines prácticos se perforará hasta 40 metros.

Segunda etapa.-

En la etapa final, la producción debe ser de 68 lt/seg. durante 14 horas de bombeo. Se reemplazará el equipo de bombeo del primer pozo por otro de 43 lt/seg. de capacidad.

**CALCULO DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO.**

La potencia requerida para bombear el agua, está dada por la fórmula siguiente :

te :

$$\text{Potencia (HP)} = \frac{H_{DT} \times Q_b}{E_f \times 75}$$

- Donde :
- $Q_b$  - Caudal bombeado por el pozo
  - $H_{DT}$  - Altura dinámica total
  - $H_{DT} = H_s + H_e + H_f$
  - $H_s$  - Pérdidas de carga en la succión, estimada en 1.00 mt.
  - $H_e$  - Altura estática, que corresponde a la diferencia geométrica entre el nivel dinámico en el pozo y el nivel máximo de agua en el reservorio.
  - $H_f$  - Pérdidas de carga por fricción en las tuberías.
  - $E$  - Eficiencia combinada motor y bomba; se ha tomado un valor de 0.50

**PRIMERA ETAPA.-**

a) Cálculo de  $H_f$  (ver gráfico N° 7)

- Pérdida de carga en la caseta de bombeo del pozo N° 1 :  $hf_1$

<u>Accesorios</u>	<u>Longitud equivalente (m)</u>
Tubería de 8"	24.00
1 válvula check de 8"	15.60
1 válvula de compuerta de 8"	1.20
1 tee de 8" x 8"	12.90
1 medidor venturi de 8"	20.80
2 codos de 8" x 45°	8.40
1 reducción de 8" x 10"	4.00
Tubería de 8"	<u>86.90 m.</u>

L = 86.90 mt.  
 C = 140  
 Q = 25 lt/seg.  
 hf1 = 0.26 mt.

Tramo A2 - A3 : hf2

Accesorios

Longitud equivalente

Tubería de 10"	20.00
2 tee de 10" x 10"	<u>23.00</u>
	43.00 mt.

L = 43.00 mt.  
 C = 140  
 Q = 50 lt/seg  
 hf2 = 0.18 mt.

Tramo A1 - A2 : hf3

Q<sub>promedio</sub> = 22.6 lt/seg.  
 Q<sub>mfn. horario</sub> = 0.2 x 22.6 = 4.52 lt/seg.  
 Q<sub>reservorio</sub> = 50.00 - 4.52 = 45.48 lt/seg.

Accesorios

Longitud equivalente

Tubería de 10"	10.00
1 tee de 10" x 10"	<u>16.50</u>
	26.50

L = 26.50 mt.  
 C = 140  
 Q = 45.48 lt/seg.  
 hf3 = 0.1

Tramo A1 - Reservorio :  $h_{f4}$

Accesorios

Longitud equivalente

Tubería de 8"	33.00 m.
2 codos de 8" x 45°	8.40
1 codo de 8" x 90°	4.20
1 válvula de compuerta de 8"	1.40
1 codo de 8" x 22 1/2°	4.20
1 reducción 8" x 10"	4.00
	<u>55.20 mt.</u>

$$L = 55.20 \text{ mt.}$$

$$C = 140$$

$$Q = 45.48 \text{ lt/seg.}$$

$$h_{f4} = 0.47$$

$$\therefore H_f = 0.26 \neq 0.18 \neq 0.10 \neq 0.47 = 1.01 \text{ m.}$$

b) Potencia del Equipo del Pozo N° 1

- Altura estática :  $H_E$

$$H_E = 24 \neq 23 \neq 5.85 = 52.85 \text{ m.}$$

- Altura dinámica total :  $H_{DT}$

$$H_{DT} = H_s \neq H_E \neq H_f$$

$$H_{DT} = 1.00 \neq 52.85 \neq 1.01 = 54.86 \text{ m.}$$

- Potencia del equipo HP

$$HP = \frac{H_{DT} \times Q_b}{E_f \times 75}$$

$$HP = \frac{54.86 \times 25}{0.50 \times 75} = 36.6$$

PLANO PIEZOMETRICO DE LA LINEA DE IMPULSION PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE -

SALIDA EN LA RED DEL CONSUMO MINIMO HORARIO-PRIMERA ETAPA

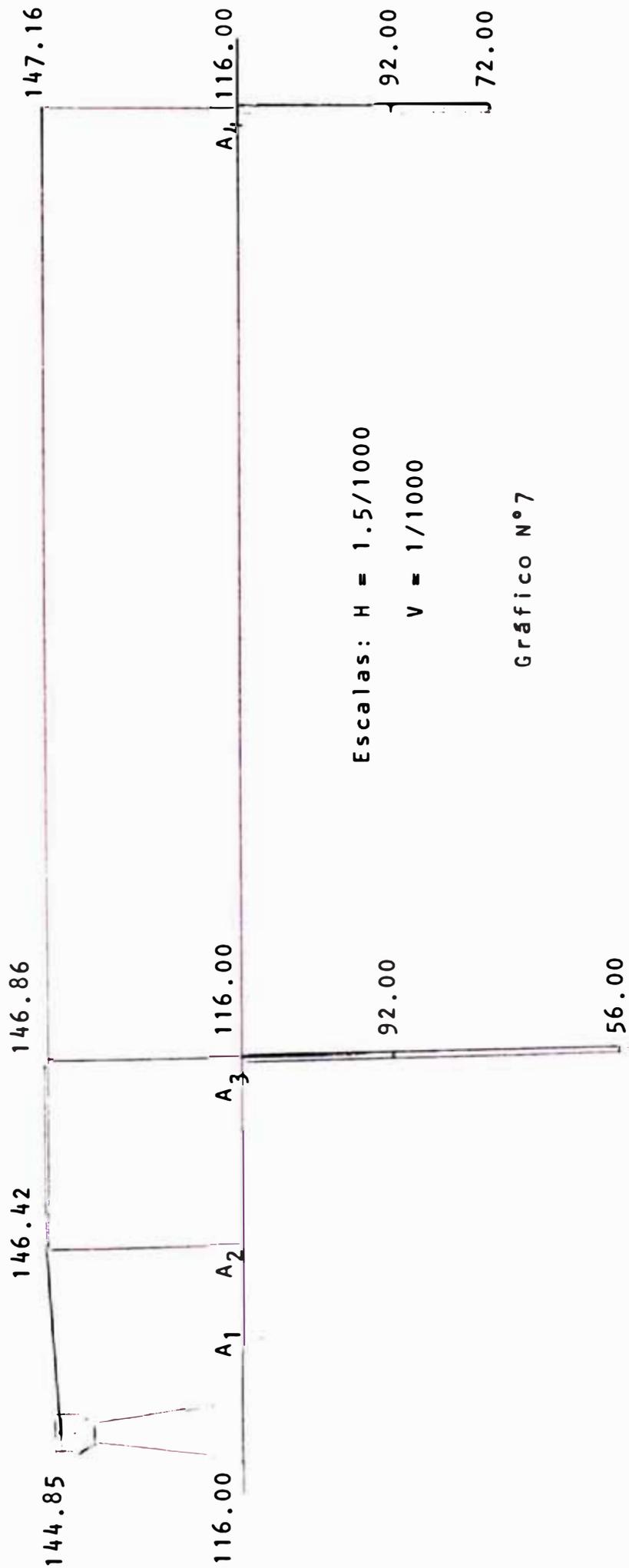


Gráfico N° 7

10m 10m 20m 100m - Ø 8"

Ø8" Ø10" Ø10"

Potencia del equipo para el pozo N° 1 : 36.6 HP

c) Potencia del Equipo del Pozo N° 2.

Los valores  $H_s$  ,  $H_E$  ,  $h_{f1}$  ,  $h_{f2}$  ,  $h_{f3}$  y  $h_{f4}$  son los mismos que en el caso anterior, faltando calcular la  $h_f$  en el tramo comprendido entre  $A_4 - A_5$  ( ver en el gráfico N° 8 ).

Tramo  $A_3 - A_4$

Accesorios

Longitud equivalente

Tubería de 8"

100 mt.

1 codo de 8" x 90°

4.20

104.20

$$L = 104.20$$

$$C = 140$$

$$Q = 25 \text{ lt/seg.}$$

$$h_f = 0.30$$

- Altura dinámica total :  $H_{DT}$

$$H_{DT} = 54.86 + 0.3 = 55.16 \text{ m.}$$

- Potencia del equipo HP

$$HP = \frac{H_{DT} \times Q_b}{E_f \times 75} = \frac{55.16 \times 25}{0.50 \times 75} = 36.8$$

Potencia del equipo del pozo N° 2 : 36.8 HP

ETAPA FINAL.-

En esta etapa entra en funcionamiento el segundo reservorio de las mismas características hidráulicas del primer. Además se reemplazará el equipo de bombeo del primer pozo por otro de 43 lt/seg. de capacidad.

a) Cálculo de  $H_f$  ( ver gráfico N° 8 )

- Tramo ( en la caseta de bombeo del pozo N° 1 )

$$\begin{aligned} L &= 98.90 \text{ m.} \\ C &= 140 \\ Q &= 43 \text{ lt/seg.} \\ h_{f1} &= 0.78 \text{ m.} \end{aligned}$$

Tramo  $A_2 - A_3$  -  $h_{f2}$

$$\begin{aligned} L &= 43 \text{ m.} \\ C &= 140 \\ Q &= 68 \text{ lt/seg.} \\ h_{f2} &= 0.28 \text{ m.} \end{aligned}$$

Tramo  $A_1 - A_2$  :  $h_{f3}$

$$\begin{aligned} Q_{\text{promedio}} &= 30.09 \text{ lt/seg.} \\ Q_{\text{mfn. horario}} &= 0.2 \times 30.09 = 6.02 \text{ lt/seg.} \\ Q_{\text{reservorio}} &= 68.00 - 6.02 = 61.98 \text{ lt/seg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 26.50 \text{ mt.} \\ C &= 140 \\ Q &= 61.98 \text{ lt/seg.} \\ h_{f3} &= 0.16 \end{aligned}$$

Tramo  $A_1 - \text{Reservorio}$  :  $h_{f4}$

$$\begin{aligned} L &= 55.20 \\ C &= 140 \\ Q &= 30.99 \text{ lt/seg.} \\ h_{f4} &= 0.24 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\therefore H_f = 0.78 + 0.28 + 0.16 + 0.24 = 1.46 \text{ m.}$$

b) Potencia del Equipo del pozo N° 1.-

- Altura estática :  $H_E = 64.85 \text{ m.}$

- Altura dinámica total :  $H_{DT}$

$$H_{DT} = H_s + H_E + H_f$$

$$H_{DT} = 1.00 + 64.85 + 1.46 = 67.31 \text{ m.}$$

- Potencia del equipo HP

$$HP = \frac{H_{DT} \times Q_b}{E_f \times 75} = \frac{67.31 \times 43}{0.5 \times 75} = 77.2$$

Potencia del Equipo del pozo N° 1 : 77.2 HP

c) Potencia del Equipo del Pozo N° 2 .-

- Altura estática :  $H_E = 52.85$

- Altura dinámica total :  $H_{DT}$

$$H_{DT} = H_s + H_E + H_f$$

- Tramo A<sub>3</sub> - A<sub>4</sub> :  $h_{f4} = 0.3$

- Tramo en la caseta de bombeo :  $h_{f3} = 0.26$

$$\therefore H_f = 0.28 + 0.16 + 0.24 + 0.30 + 0.26 = 1.24 \text{ m.}$$

Potencia del equipo del pozo N° 2.-

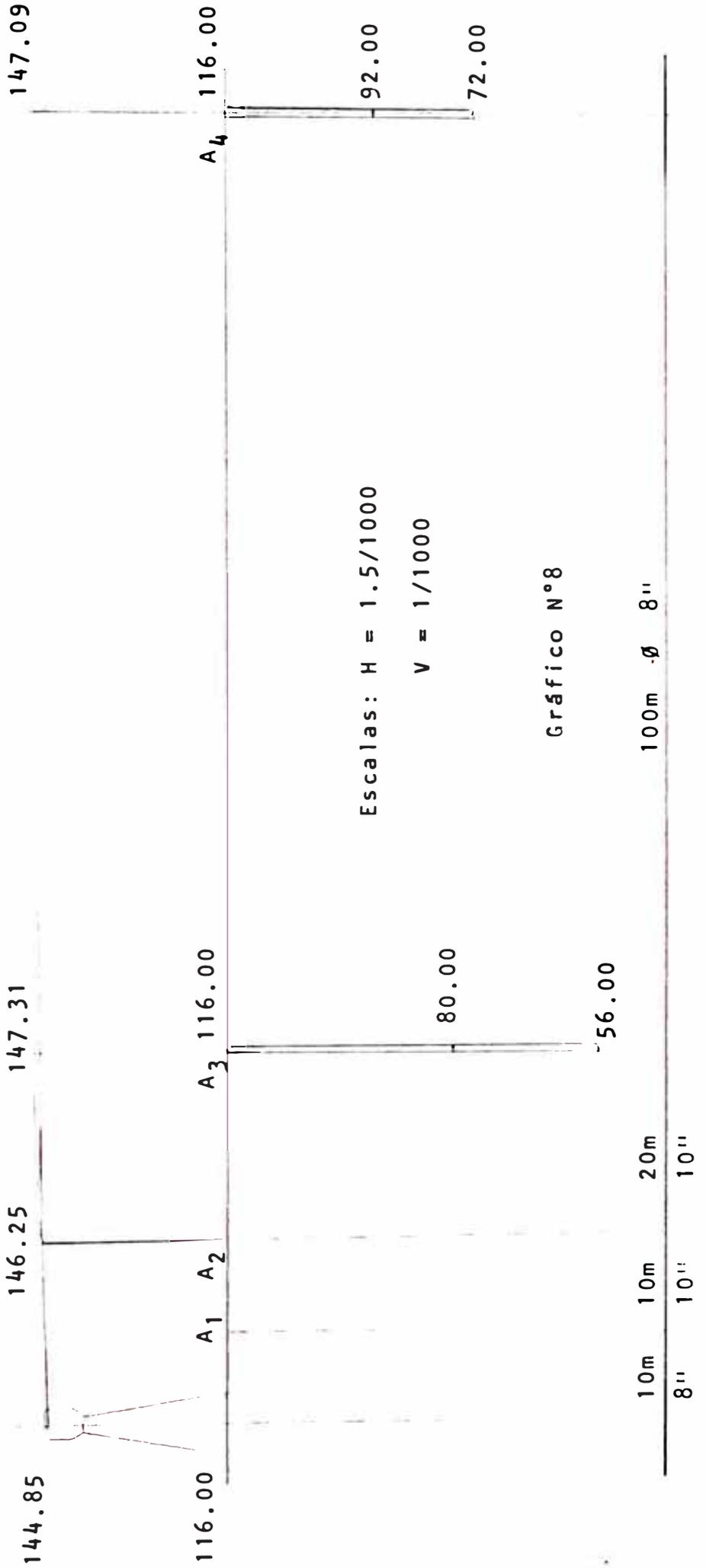
$$HP = \frac{H_{DT} \times Q_b}{E_f \times 75} ; \quad H_{DT} = 1.00 + 52.85 + 1.24 = 55.09 \text{ mt.}$$

$$HP = \frac{55.09 \times 25}{0.5 \times 75} = 36.8$$

Potencia del equipo del pozo N° 2 : 36.8 HP

PLANO PIEZOMETRICO DE LA LINEA DE IMPULSION PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE-SALIDA EN LA

LA RED DEL CONSUMO MINIMO HORARIO - ETAPA FINAL



GOLPE DE ARIETE EN LAS LINEAS DE DESCARGA DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO .

La interrupción brusca o gradual del transporte del líquido puede originar cambios substanciales de la presión en las conducciones de descarga. La condición de operación para el caso de las estaciones de bombeo, que se estudian en el presente proyecto se presenta para el caso de interrupción repentina del suministro de la energía que alimenta a las bombas que integran el sistema. Cuando esto sucede, la única energía que permite girar la bomba, es la energía cinética de los elementos rotatorios del conjunto motor - bomba; puesto que esta energía es muy pequeña en comparación con la requerida para mantener el flujo contra la altura de descarga necesaria, la velocidad angular de la bomba, decrece rápidamente, con lo cual el gasto de la tubería también decrece, generándose ondas de presión que, partiendo de la bomba viajan por la tubería hasta la salida donde se refleja.

Esta condición, se ajusta a las ecuaciones de Allievi, las cuales dan el valor de la sobrepresión originada en la tubería, con la siguiente expresión :

$$h_i - h_{i-1} - 2 h_0 = - \frac{a}{g s} ( Q_{i-1} - Q_i )$$

para el instante de presión máxima, la cual se produce con la primera reflexión de las ondas ( en la zona adjunta a la salida de la bomba ), el valor de "i" es 1, con lo que la ecuación de Allievi se transforma en :

$$h - h_0 = \frac{a}{g s} \times Q - \frac{a \times v}{g}$$

donde :

- h = altura máxima de presión
- h<sub>0</sub> = altura estática de bombeo
- a = velocidad de las ondas de presión
- v = velocidad media del líquido

La velocidad de las ondas de presión está dada por la expresión :

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{E w} + \frac{1}{E t} \times \frac{D p^2}{e}}}$$

Donde:

$E_w$  = Módulo de elasticidad del agua

$E_t$  = Módulo de elasticidad del material de la tubería

$D$  = Diámetro nominal del tubo

$e$  = Espesor de las paredes del tubo

$P$  = Masa específica del líquido fluyente

Para el caso en estudio, se instalará a la salida de las estaciones de bombeo, tuberías de 8", de asbesto-cemento, de donde:

$$E_w = 2 \times 10^8 \text{ kg/m}^2 \quad ; \quad E_t = 2.38 \times 10^9 \text{ kg/m}^2$$

$$D = 0.20 \text{ m} \quad ; \quad e = 0.019 \text{ m}$$

$$P = \frac{1000}{9.8} \text{ kg/m}^2 \times \text{seg}^2$$

Reemplazando valores se obtiene:  $a = 1,073 \text{ m/seg}$

El valor de la velocidad media del agua en la tubería de descarga es de  $1.04 \text{ m/seg}$ . La máxima sobrepresión que se produciría sería:

$$h - h_0 = \frac{1073 \times 1.04}{9.8} = 113.8 \text{ m}$$

Suponiendo que la onda se origina por la parada instantánea de la bomba del segundo pozo, el tiempo que demoraría en recorrer ida y vuelta la tubería que va hasta el reservorio sería de 0.2 segundos aproximadamente.

Con el fin de amortiguar, el efecto de sobrepresión que producen estas ondas al reflejarse hacia la bomba, se instalará una válvula de retención de cierre lento.

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO.

El equipo de bombeo será del tipo turbina para pozo profundo, para ser accionada por Motor Diesel. Se considera conveniente que el equipo de bombeo trabaje un período máximo de 14 horas diarias.

La selección del equipo para la 1era etapa, se hará con los datos que se consignan a continuación :

Datos Generales.-

- Estación de bombeo tipo pozo	
Altura sobre el nivel del mar :	116 m.
Captación de pozo tubular	
Profundidad del pozo	60 m.
Profundidad de la napa desde	
el nivel del terreno	7 m.
Diámetro del pozo	18 "

Bomba.-

Nº de unidades :	Una
Tipo	Pozo profundo
Caudal	25 lt/seg.
Altura dinámica	
total	Nº1 = 54.86 m.
primera etapa	Nº2 = 55.16 m.
velocidad	1760 r.p.m.
Lubricación por aceite	
accionada por motor Diesel	
Instalación vertical	
Eficiencia mínima	80%
Profundidad de	
instalación	27 mt.

Motor.-

Tipo	Diesel estacionario
Nº de unidades	una

Servicio intermitente

Accesorios.-

Los accesorios a instalarse con el equipo de bombeo son:

- Una válvula de retención de cierre lento de 8"
- Una válvula de compuerta de 8"
- Un medidor tipo Venturi de 8"

A la salida de la caseta se ejecutará el empalme con la red de servicio. Antes del empalme se ha considerado una salida mediante una tee de 8"x6" que servirá para purgar la bomba. Este ramal tendrá su respectiva válvula y estará conectada a la red de desagüe.

Caseta de Bombeo.-

Será de sección rectangular de 9.00x3.00m. y 2.20m. de alto, y constará de dos secciones; en un ambiente irá el motor y el equipo de bombeo, y en el otro estará instalado el medidor de gasto y el equipo de clorinación.

En el techo de la primera sección, se dejará una abertura de 1.00x1.00m ubicado sobre la bomba, permitiendo que las operaciones de montaje y desmontaje se realicen más fácilmente, esta abertura estará cubierta por una tapa de concreto.

LINEA DE IMPULSION

La línea de impulsión estará constituida por una tubería de fierro fundido de 8" dentro de la caseta, que descargará en una línea de 10" que recibe la descarga del otro pozo, de la cual un ramal unirá la caseta con el reservorio y el segundo a la red de agua.

...

## CAPITULO VII

### SISTEMA GENERAL DE DISTRIBUCION

El sistema propuesto está constituido por :

1. Dos reservorios elevados de 400 metros cúbicos de capacidad cada uno.
2. Línea de Aducción.
3. Sistema arterial de distribución .

#### 1. RESERVORIO.

Con un criterio económico, se ha adoptado un almacenamiento de agua por etapas.

##### PRIMERA ETAPA.- ( 10 años )

En esta primera etapa se tendrá un reservorio de 400 m<sup>3</sup> de capacidad, el que almacenará un volumen de regulación y reserva de 327 m<sup>3</sup> ( ver cuadro X). En caso de incendio, parte del volumen necesario será proporcionado por bombeo.

##### Características hidráulicas.-

El reservorio ha sido considerado hidráulicamente como una parte integrante del sistema de distribución, tiene las funciones de un reservorio flotante. Estará ubicado a 40 metros del primer pozo, sobre una cota topográfica de 116 m.s.n.m. La altura del tanque desde el nivel del terreno al fondo de éste es de 23 metros.

##### Tuberías y accesorios.-

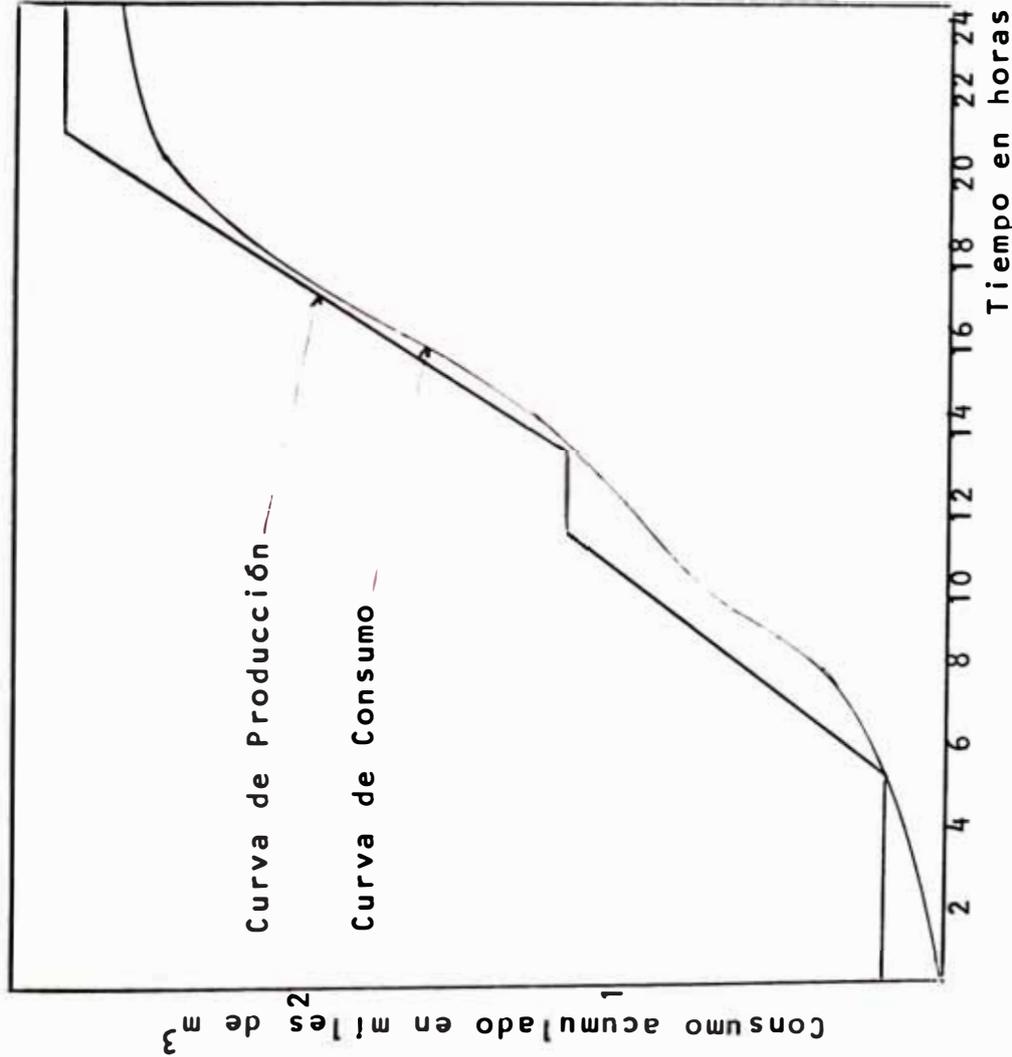
El reservorio estará provisto de una tubería de entrada y salida de 8" de diámetro, provista de su respectiva válvula de compuerta. La tubería de desagüe será de 8" de diámetro a la cual se empalma, después de la válvula de compuerta, la tubería de rebose cuyo diámetro se calcula a continuación.

##### Tubería de rebose.-

El cálculo de la tubería de rebose se ha realizado como orificio con una carga de 0.30m. sobre el nivel máximo de agua, espacio libre hasta la losa de cubierta y para el caudal máximo que ingresa al reservorio, que corresponde a la hora de mínimo consumo en la red ( ver gráfico N°7). De acuerdo a lo expuesto tenemos :

$$Q = CA \sqrt{2gh}$$

DIAGRAMA MASA - PRIMERA ETAPA



CUADRO X. VARIACIONES DE CONSUMO  
PROYECTADAS PARA EL DIA MAXIMO-1ª ETAPA

Horas	% del Día Máximo	Consumo m³ c/2hr.	Consumo Acu- mulado m³
2	25	52.87	52.87
4	26	54.98	107.85
6	50	105.73	213.58
8	120	253.75	467.33
10	155	327.76	795.09
12	91	192.43	987.52
14	140	296.04	1283.56
16	175	370.05	1653.61
18	200	422.92	2076.53
20	153	323.59	2400.12
22	40	84.58	2484.70
24	25	52.87	2537.57

Volumen de regulación: 250 m³  
 Volumen de reserva : 77 m³  
 327 m³

siendo :  $C = 0.5$   
 $Q = 0.04548 \text{ m}^3/\text{seg.}$   
 $g = 9.81 \text{ m}/\text{seg}^2$   
 $h = 0.30 \text{ m.}$

entonces :  $A = \frac{Q}{C \sqrt{2 g h}}$

reemplazando valores, se obtiene : sección del orificio :  $A = 0.037 \text{ m}^2$

que corresponde aproximadamente a la sección de una tubería de 8". La tubería de rebose llevará en la parte superior un ensanchamiento mediante la instalación de una reducción de 10" a 8" que asegure la longitud adecuada de vertedero para que pueda funcionar con el gasto máximo sin producir represamiento en la línea.

El reservorio estará provisto de un dispositivo de flotador.

## SEGUNDA ETAPA.-

Como se ha mencionado anteriormente, para la etapa final se necesita un volumen total de almacenamiento de  $800 \text{ m}^3$ . Por lo tanto, será necesario otro reservorio de la misma capacidad y características hidráulicas del anterior. Este segundo reservorio estará ubicado cerca del primero.

## 2. LINEA DE ADUCCION.

Es la línea por la cual fluye el líquido desde el reservorio hasta la entrada de la red.

### Tuberías y accesorios.-

- 240 m. de tubería de 10"
- 10 m. de tubería de 8"
- 1 codo de 10" x 45°
- 2 codos de 10" x 22 1/2
- 1 tee de 10" x 8"

### Condiciones de trabajo.-

- Gasto  $Q = 78.23 \text{ lt}/\text{seg.}$
- Velocidad media :  $V = 1.4 \text{ m}/\text{seg.}$
- pérdida de carga total :  $h_f = 2.4 \text{ mt.}$

### 3. SISTEMA ARTERIAL DE DISTRIBUCION.

El sistema arterial planteado, consiste en una sola zona de servicios, pues las características topográficas de la localidad así lo permiten, habiéndose dividido el sistema de matrices en dos circuitos cerrados, que cubren toda el área a servir al final del período de diseño.

El dimensionamiento de las tuberías matrices o de los circuitos principales se ha efectuado usando el Método de Hardy Cross, mediante el método simplificado de O'Connor.

#### Caudal de diseño.-

Considerándose las condiciones siguientes :

$$a) \text{ Gasto máximo horario} \quad : \quad Q = 78.23 \text{ lt/seg.}$$

$$b) Q_{\text{incendio}} + Q_{\text{máx. diario}} = 39.12 + 25 = 64.12 \text{ lt/seg.}$$

La situación más desfavorable que se presenta en el sistema ocurre en la hora de máximo consumo.

$$\therefore Q_{\text{diseño}} = 78.23 \text{ lt/seg.}$$

#### Aplicación del Método de Hardy Cross.-

Para la aplicación de este método, en primer lugar ha sido necesario conocer los consumos por tramo, estos valores se dan en el cuadro XI.

El dimensionamiento hidráulico se ha efectuado considerando que el valor del coeficiente de rugosidad de la fórmula de Hazen y Williams sea de  $C = 140$ .

La selección de los diámetros de las tuberías matrices, ha sido hecho de tal manera que no sobrepase una velocidad de 2.00 m/seg.

A continuación se adjuntan los resultados obtenidos.

AGUA POTABLE DE MOTUPE

CUADRO XI.- CALCULO DE LOS CONSUMOS POR TRAMO  
GASTO DE ENTRADA CORRESPONDIENTE AL MAX.HORARIO

Tramo	Longitud metros	Densidad Hab./Ha.	Area Servida Has.	Población Servida Hab.	Consumo por Tramo lts/seg
AB	258	320	1.300	416	2.50
BC	218	320	1.300	416	2.50
AD	300	320	4.400	1408	8.47
DC	268	320	1.300	416	2.50
DE	258	350	0.682		
		320	2.140	924	5.56
AH	191	320	0.920	295	1.78
HG	236	350	1.441	504	3.03
GF	316	350	2.888		
		320	1.150	1379	8.30
FE	150	350	0.756		
		320	1.182	643	3.87
BB'	100	120	2.400	288	1.73
CC'	100	120	9.510	1141	6.87
DD'	100	120	6.840	821	4.94
EE'	370	320	1.328	425	
		290	2.336	678	
		120	9.500	1140	13.50
FF'	100	120	12.900	1548	9.32
GG'	100	120	2.750	330	1.98
HH'	100	120	1.900	228	1.38
			68.923	13,000	78.23

Factor de gasto :  $K = \frac{\text{Máx. horario}}{\text{Población futura}}$

$K = 0.006 \text{ lts/p/seg.}$

NIVELES TOPOGRAFICOS DE LA RED DE AGUA

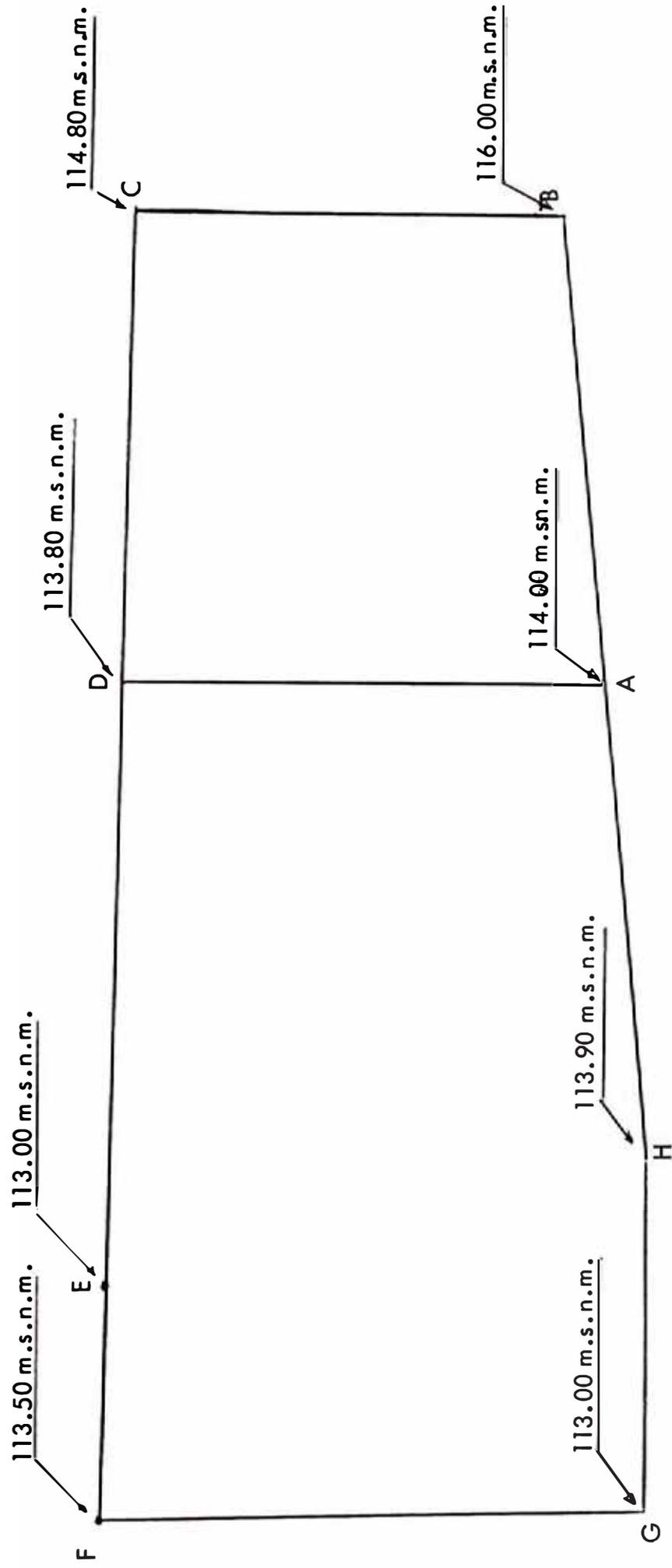
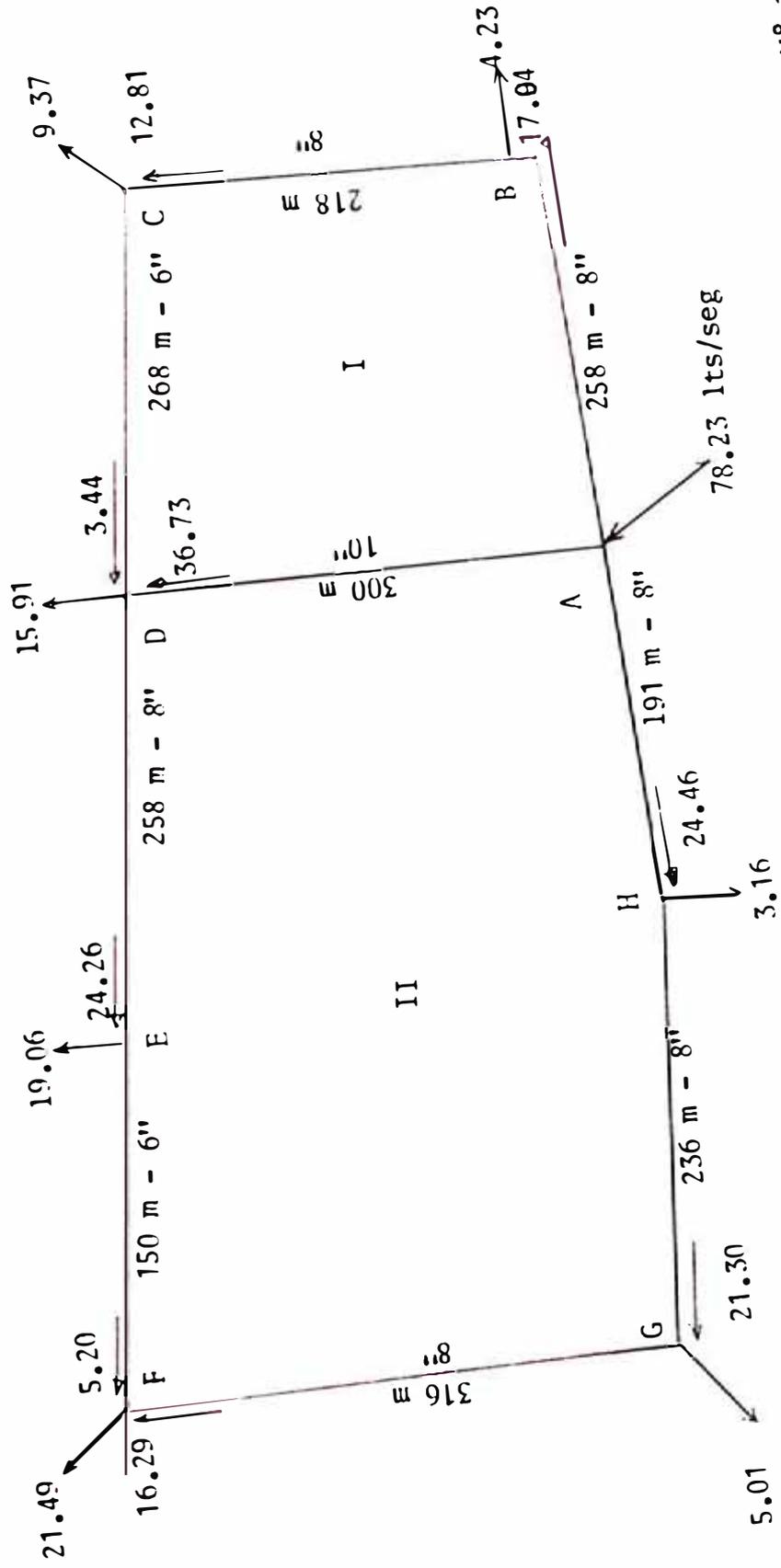


Gráfico N° 11

CALCULO DE LA RED DE AGUA - METODO DE HARDY CROSS  
 GASTO MAXIMO HORARIO



SOLUCION

CALCULO DE LA RED DE AGUA METODO DE HARDY CROSS

CUADRO XII.-

CIRC.	TRAMO	Ø	LE	Q <sub>0</sub>	h <sub>0</sub>	$1.85 \frac{h_0}{Q_0}$	Δ <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	$1.85 \frac{h_1}{Q_1}$	Δ <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	$1.85 \frac{h_2}{Q_2}$	Δ <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>					
I	AB	8	139	-20.00	-0.47	0.043	2.05	-17.95	-0.40	0.042	0.25	-17.10	-0.36	0.04	0.06	17.04					
	BC	8	118	-13.77	-0.265	0.032	2.05	-13.72	-0.22	0.028	0.25	-12.87	-0.19	0.026	0.06	-12.81					
	CD	6	527	-6.40	-0.235	0.073	2.05	-4.35	-0.11	0.053	0.25	-3.50	-0.09	0.043	0.06	-3.44					
	AD	10	55	36.23	0.60	0.05	1.80	36.48	0.60	0.03	0.25	36.93	0.65	0.031	0.06	36.73					
														-0.57	0.180			-0.01	0.160		
														Δ <sub>0</sub> = 2.05		Δ <sub>1</sub> = 0.85		Δ <sub>2</sub> = 0.06			

CIRC.	TRAMO	Ø	LE	Q <sub>0</sub>	h <sub>0</sub>	$1.85 \frac{h_0}{Q_0}$	Δ <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	$1.85 \frac{h_1}{Q_1}$	Δ <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	$1.85 \frac{h_2}{Q_2}$	Δ <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>					
II	AD	10	75	-36.23	-0.60	0.073	2.05	-36.48	-0.60	0.05	0.25	-36.93	-0.63	0.031	0.06	-36.73					
	DE	8	139	-26.72	-0.60	0.06	1.80	-24.92	-0.72	0.036	0.40	-24.52	-0.70	0.034	0.26	-24.26					
	EF	6	325	-7.66	-0.19	0.047	1.80	-5.86	-0.11	0.038	0.40	-5.46	-0.095	0.035	0.26	-5.20					
	AH	8	103	22.00	0.44	0.037	1.80	23.8	0.49	0.059	0.40	24.20	0.5	0.039	0.26	24.46					
HG	8	128	18.84	0.4	0.04	1.80	20.64	0.46	0.043	0.40	21.04	0.48	0.044	0.26	21.30						
GF	8	171	13.83	0.25	0.04	1.80	15.63	0.38	0.045	0.40	16.03	0.38	0.045	0.26	16.29						
														-0.46	0.254			-0.065	0.248		
														Δ <sub>0</sub> = 1.8		Δ <sub>1</sub> = 0.4		Δ <sub>2</sub> = 0.6			

- Pérdida de carga.-

Las pérdidas de carga acumuladas desde el pie del reservorio hasta cada uno de los diferentes nudos o puntos de la matriz, son las siguientes :

<u>PUNTO</u>	<u>h f ( m )</u>
A	2.40
B	2.76
C	2.95
D	3.04
E	3.74
F	3.84
G	3.38
H	2.90

- Altura del reservorio.-

Cota topográfica del Pto. B	116.00
Presión mínima en el Pto. B	20.00
Pérdida de carga en el Pto. B	<u>2.76</u>
	138.76
Cota del pie del reservorio :	<u>116.00</u>
	22.76

Altura del reservorio : 23 mts.

En esta línea de 23 metros de tubería de 8" la pérdida de carga es de 0.1 mts.

# AGUA POTABLE DE MOTUPE

CUADRO XIII .- CARGAS DE SERVICIO  
GASTO MAXIMO HORARIO

PUNTO	C.TOPOGRAFICA	C. PIEZOMETRICA	PRESION m
	m. s. n. m.	m. s. n. m.	
A	114.00	138.66	24.66
B	116.00	138.30	22.30
C	114.80	138.11	23.31
D	113.80	138.02	24.22
E	113.00	137.32	24.32
F	113.50	137.22	23.72
G	113.00	137.68	24.68
H	113.90	138.16	24.26

- Demanda Mínima horaria .- Primera etapa.

Corresponde a la hora de mínimo consumo, es decir cuando :

$$Q_{\text{promedio}} = 22.60 \text{ lt/seg.}$$

$$Q_{\text{mínimo horario}} = 4.52 \text{ lt/seg.}$$

$$Q_{\text{reservorio}} = 50 - 4.52 = 45.48 \text{ lt/seg.}$$

Del gráfico N° 7 :

$$\text{Cota topográfica en el Pto. } A_2 : 116.00$$

$$\text{Presión de servicio} : \underline{30.42}$$

$$\text{Cota piezométrica en el Pto. } A_2 : 146.42$$

<u>PUNTO</u>	<u>PRESION DE SERVICIO</u>
A	32.42 mt.
B	30.42 mt.
C	31.62 mt.
D	32.62 mt.
E	33.42 mt.
F	32.92 mt.
G	33.42 mt.
H	32.52 mt.

---

-Demanda mínima horaria.-Etapa final.

Ocurre en las condiciones de trabajo siguiente:

$$Q_{\text{bombeo}} = 68 \text{ lt/seg.}$$

$$Q_{\text{promedio}} = 30.09 \text{ lt/seg.}$$

$$Q_{\text{mfn.horario}} = 6.02 \text{ lt/seg.}$$

$$Q_{\text{reservorio}} = 61.98 \text{ lt/seg.}$$

Del gráfico N°8 :

Cota topográfica en el Pto. A<sub>2</sub> : 116.00 m

Presión de servicio en A<sub>2</sub> : 30.25 m

Cota piezométrica en el pto. A<sub>2</sub> : 146.25 m

<u>PUNTO</u>	<u>PRESION DE SERVICIO</u>
A	32.25 m
B	30.25 m
C	31.45 m
D	32.45 m
E	33.25 m
F	32.75 m
G	33.25 m
H	32.35 m

....

- Demanda Máximo Diario más caudal de incendio. -

En este cálculo asumiremos que se origina un incendio, no en el punto más desfavorable, punto B, por estar muy cerca del reservorio, sino en el punto más alejado de la matriz, punto F. Se verificará si las cargas disponibles resultan mayores que la mínima.

El caudal que ha de incrementarse en la salida F, es de 25 lt/seg. por haberse adoptado en las condiciones de diseño, que un incendio en cualquier punto sea atendido por dos grifos simultáneamente con una entrega de 12.5 lt/seg. cada uno.

En el cuadro XIV, se dan los valores de los consumos por tramo en el día de máximo consumo.

Las pérdidas de cargas acumuladas desde el reservorio hasta la matriz son:

<u>PUNTO</u>	Pérdida de Carga Acumulada (m)
A	1.7
B	1.86
C	1.96
D	2.06
E	2.76
F	3.42
G	2.82
H	2.24

....

# AGUA POTABLE DE MOTUPE

CUADRO XIV .- CALCULO DE LOS CONSUMOS POR TRAMO  
GASTO DE ENTRADA CORRESPONDIENTE AL MAX. DIARIO

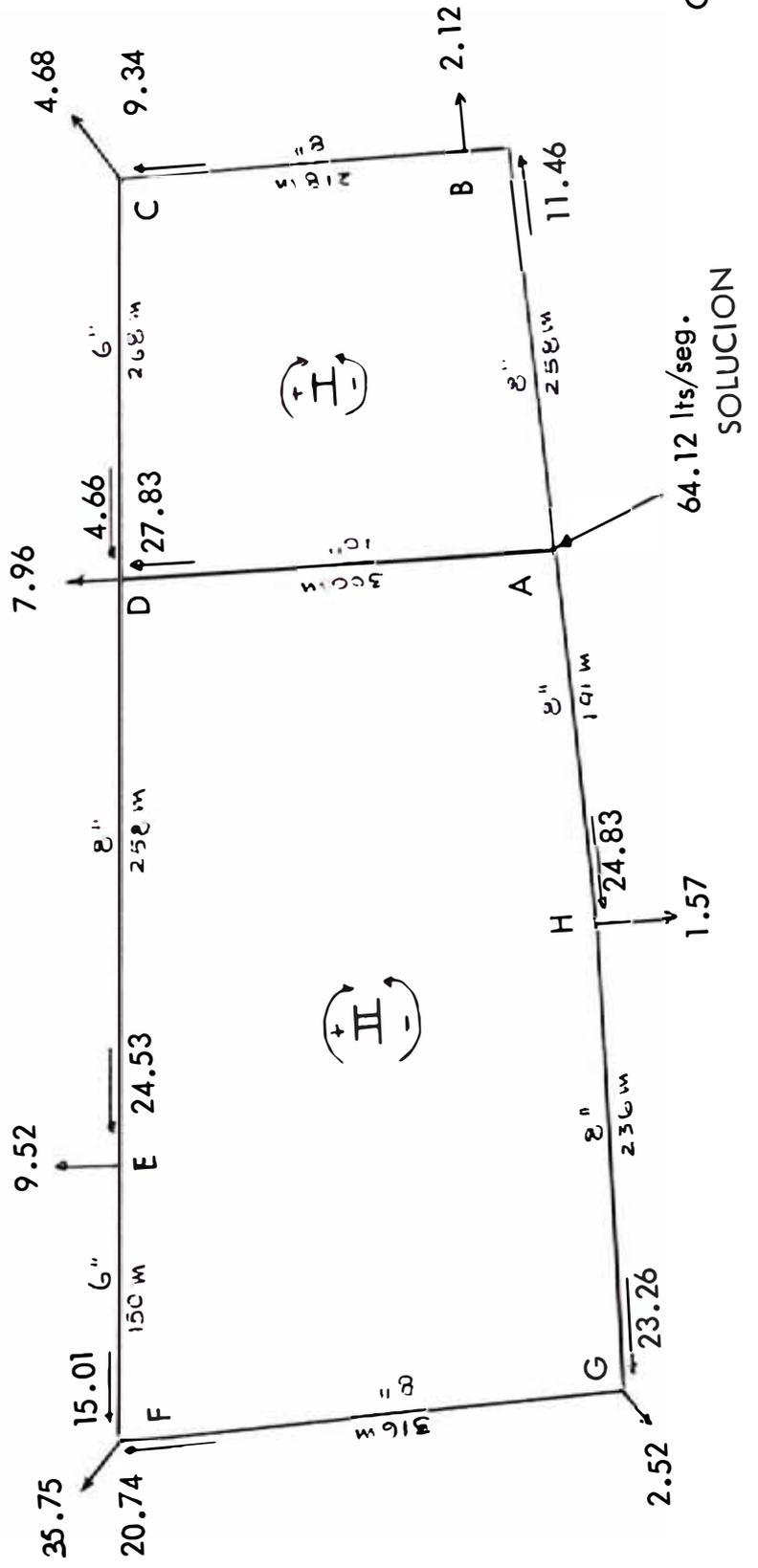
Tramo	Longitud mts.	Densidad Hab/Ha.	Area Servida Has.	Población Servida Hab.	Consumo por tramo lts/seg.
AB	258	320	1.300	416	1.25
BC	218	320	1.300	416	1.25
AD	300	320	4.400	1408	4.24
DC	268	320	1.300	416	1.25
DE	258	350	0.682		
		320	2.140	924	2.78
AH	191	320	0.920	295	0.89
HG	236	350	1.441	504	1.52
GF	316	350	2.888		
		320	1.150	1379	4.15
FE	150	350	0.756		
		320	1.182	643	1.94
BB'	100	120	2.400	288	0.87
CC'	100	120	9.510	1141	3.43
DD'	100	120	6.840	821	2.47
EE'	370	320	1.328	425	
		290	2.336	678	
		120	9.500	1140	6.74
FF'	100	120	12.900	1548	4.66
GG'	100	120	2.750	330	1.00
HH'	100	120	1.900	228	0.68
			68,923	13,000	39.12

Factor de gasto :

$$K = \frac{Q. \text{ M}áx. \text{ diario}}{\text{Pob. futura}} = \frac{39.12}{13,000}$$

$$K = 0.003$$

CALCULO DE LA RED DE AGUA DE DISTRIBUCION SALIDA DE INCENDIO PTO. F



CUADRO XV CALCULO DE LA RED - SALIDA DE INCENDIO EN EL PUNTO F

CIRC	TRAMO	$\phi^*$	L.E	$Q_c$	$h_o$	$1.85 \frac{h_o}{g_o}$	$\Delta_o$	$Q_i$	$h_i$	$185 \frac{h_i}{g_i}$	$\Delta_i$	$Q_z$	$h_z$	$1.85 \frac{h_z}{g_z}$	$\Delta_z$	$Q_3$
I	AB	8	139	-14	-0.24	0.033	1.54	-12.46	-0.21	0.031	1.02	.1144	-0.16	0.027	-0.02	-11.46
	BC	8	118	-11.88	-0.15	0.024	1.54	-10.34	-0.114	0.022	1.02	-9.32	-0.097	0.02	-0.02	-9.34
	CD	6	587	-7.20	-0.28	0.08	1.54	-5.66	-0.17	0.065	1.02	-4.64	-0.1	0.049	-0.02	-4.66
	AD	10	55	30	0.42	0.025	1.54	27.35	0.35	0.023	1.02	27.85	0.36	0.023	-0.02	27.85
				$\Sigma$	-0.25	$\frac{0.162}{\Delta_o = 1.54}$			-0.144	$\frac{0.141}{\Delta_i = 1.02}$			0.008	$\frac{0.0119}{\Delta_z = 0.02}$		

II	AD	10	55	-30.00	-0.42	0.025	1.54	-27.35	-0.35	0.023	1.02	-27.85	-0.36	0.023	0.02	-27.85
	DE	8	139	-29.24	-0.95	0.064	4.19	-25.05	0.15	0.057	0.52	-24.53	-0.7	0.054	-	-24.53
	EF	6	329	-19.72	-1.06	0.104	4.19	-15.53	-0.70	0.067	0.52	-15.01	-0.66	0.085	-	-15.01
	AH	8	103	20.12	0.36	0.035	4.19	24.35	0.30	0.04	0.52	24.83	0.54	0.049	-	24.83
HG	8	128	18.55	0.39	0.039	4.19	22.74	0.56	0.047	0.52	23.26	0.58	0.048	-	23.26	
GF	8	171	16.03	0.38	0.045	4.19	20.22	0.58	0.056	0.52	20.74	0.60	0.057	-	20.74	
					-1.30	$\frac{0.31}{\Delta_o = 4.19}$			-0.16	$\frac{0.31}{\Delta_i = 0.52}$			0.00	$\frac{\Delta_z = 0.0}{\Delta_z = 0.0}$		

CUADRO XVI.- CARGAS DE SERVICIO- GASTO MAXIMO DIARIO MAS  
INCENDIO- SALIDA PUNTO F

Punto	C.Topográfica m.s.n.m.	C.Piezométrica m.s.n.m.	Presión m
A	114.00	137.30	23.30
B	116.00	137.14	21.14
C	114.80	137.04	22.24
D	113.80	136.94	23.14
E	113.00	136.24	23.24
F	113.50	135.58	22.08
G	113.00	136.18	23.18
H	113.90	136.76	22.86

Analizando este último cuadro, se puede afirmar que la presencia de un siniestro en cualquier punto de la red, no ha de originar presiones menores que la mínima.

CONCLUSIONES.-

La red proyectada constará de dos circuitos cuyos diámetros se muestran en el gráfico N°14. El sistema de circuitos matrices está formado por tuberías de 10", 8", y 6" de diámetro; la red de relleno es íntegramente de 4" de diámetro. La red es alimentada por la tubería de aducción de 10".

Se ha proyectado la instalación de grifos contra incendio, de tal manera que permitan combatir un siniestro con el auxilio de dos grifos en cualquier punto de la ciudad, teniendo en cuenta que las mangueras sean de 1.50 m. de longitud. Estos grifos serán del tipo "flor de tierra" con una boquilla de 2 1/2", en su base llevarán un codo con terminal de campana para conexión a tubería de 4" de diámetro.

Así mismo, se ha proyectado la colocación de válvulas, para aislar en caso de reparación un circuito no mayor de 300 metros. Estas válvulas serán del tipo de compuerta, con terminal especial para acoplamiento con tubería de asbesto-cemento tipo masa.

La presión más desfavorable que soportará la red, es la estática que es del orden de los 33.25 metros y la mínima de 21.14 metros.

DESINFECCION.-

En el Capítulo IV (pág. 50), se muestran los resultados obtenidos en los análisis de agua tomados de pozos en el área de Motupe. El agua es de buena calidad, el rango de variación

del PH es de 7.0 a 8.0, considerándose adecuada una dosis de cloro que de una concentración residual de 0.1 a 0.2 p.p.m.

#### CLORACION.-

La cloración se efectuará mediante la aplicación de cloro en seco (gas) por medio del clorador tipo, Advance del tipo de inyección directa. La capacidad del clorador será de 2 a 40 libras por 24 horas.

El clorador irá montado directamente en la válvula del cilindro de cloro. El equipo de clorinación estará ubicado en la caseta de bombeo y la aplicación del cloro se hará mediante un dispositivo de inyección por golpe de ariete en la tubería de impulsión. En el plano N°9 se indica su instalación.

FUENTES DE INFORMACION.

- Dirección de Aguas de Regadío  
Ministerio de Agricultura
- Proyecto de Irrigación de Olmos  
Ministerio de Fomento
- Estudio para el Desarrollo Social y Económico del Dpto. de Lambayeque.  
Instituto de Planeamiento de Lima.
- Censos  
Dirección Nacional de Estadística y Censos.
- Cartas Geológica del Perú
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
- Manual de Tratamiento de Aguas.  
Dpto. de Sanidad del Estado de Nueva York ( A.I.D.)
- Abastecimientos de Agua en las Zonas Rurales y en las Pequeñas Comunidades.  
Por : Edmund Wagner.
- Curso de Adiestramiento en la Distribución de Agua.  
Por : Centro Regional de Ayuda Técnica ( A.I.D.)
- Water and Wastewater Engineering.  
Por : G.M. Fair y J. Geyer y D. Okun.