

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA SANITARIA



**El Plan Nacional de Agua Potable
Rural en Puno
Estudio de Fuentes**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO SANITARIO

ANGEL F. JIMENEZ MURILLO

APROMOCION 1964

I N D I C E

Página

INTRODUCCION

1

Primera Parte

CAPITULO I.- GENERALIDADES

3

- Información básica del departamento de Puno
Extensión territorial - Vías de comunicación
Educación básica y niveles de vida- Vivienda
Actividad Económica fundamental - Población
Saneamiento Ambiental
- Finalidades de la Ley de Saneamiento Básico
Rural - Recursos de la Ley de Saneamiento Bási-
co Rural.
- El Plan Nacional de Agua Potable Rural y sus
alcances en el departamento de Puno - La Ley
de Saneamiento Básico Rural - Organización
de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambien-
tal del Area de Salud de Puno - Política de
Trabajo - Los trabajos con las comunidades -
Las Juntas Administradoras de Agua Potable
locales - Aporte de las comunidades - Obras
consideradas en la primera etapa.
- Consideraciones sanitarias y económicas de
los servicios de agua potable rural en los
aspectos demográfico, sanitario, económico y
social.

CAPITULO II.● Organización de la Oficina Téc-
nica de Saneamiento Ambiental

20

- Servicio Especial de Salud Pública - Progra-
ma Nacional de Ingeniería Sanitaria.
- Area de Salud de Puno - Oficina Técnica de
Saneamiento Ambiental - Funciones y responsa-
bilidades del Ingeniero Jefe - Junta Asesora-
Oficina de Administración - Almacen General -
Almacen Zonal - Almacenes locales - Movimien-
to de almacenes - Cuadros de mando - Guías de
remisión - Guías de transferencia - Notas de
entrega.
- Oficina de Comunidades - Oficina de construc-
ciones - Discusión, observaciones y recomen-
daciones generales.

CAPITULO III.- Secuencias en el desarrollo de una obra de Agua Potable Rural

32

- *Planificación y programación - Zonificación Obras que comprende cada zona - Realización de obras simultáneas.*
- *Fases del desarrollo - Formación del Comité pro-agua potable y de la Junta Administradora.*

CAPITULO IV.- Instalación de Suministros de Agua Potable

45

- *Sistemas por gravedad con aguas del subsuelo.*
- *Sistemas por gravedad con aguas superficiales - Partes constituyentes de cada sistema Equipos mecánicos - Energía eólica - Partes de una obra de agua potable rural comunes en todos los tipos de sistemas.*
- *Red de distribución y desinfección - conexiones domiciliarias y pruebas hidráulicas - Cuadro comparativo de tipos de sistemas - Conclusiones y Recomendaciones.*

CAPITULO V.- Operación y Mantenimiento del Servicio

59

- *Participación de la comunidad y de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental - Juntas Administradoras, creación y finalidades organización, miembros del directorio, atribuciones y obligaciones - Recursos y régimen patrimonial - Implementos suministrados por el Plan Nacional de Agua Potable Rural, a cada junta - Supervisión de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental.*
- *Tarifas - Conclusiones y recomendaciones - Servicios de agua potable en funcionamiento establecidos por la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud de Puno.*

SEGUNDA PARTE - FUENTES DE AGUA

Antecedentes y propósito 75

CAPITULO VI.- Hidrografía 77

- *Cuenca del Rio Amazonas - Cuenca del Océano Pacífico - Cuenca del Lago Popoó - Cuenca del Titicaca.*
La Red fluvial - Lago Titicaca

CAPITULO VII.- Hidrología 85

- *Fuentes de información - Precipitaciones, Yohietas - conclusión - evaporación, conclusión - Escorrentía - Información básica, Balances hidrológicos - Balance hidrológico del Lago Titicaca - Conclusiones.*

CAPITULO VIII.- Geología 101

- *Reconocimiento geológico del Departamento de Puno - Cordillera Oriental - Cordillera Occidental - Cuenca del Amazonas.*
- *Distribución de los tipos de rocas: metamórficas, sedimentarias: del carbónífero y permico, del triásico y jurásico del cretácico del Cenozoico - Rocas igneas - Zonas circunvecinales del Lago Titicaca - Secuencias estratigráficas - Conclusiones.*

CAPITULO IX.- Hidrogeología 108

- *Información de aguas subterráneas en el departamento, antes del Plan Nacional de Agua Potable Rural - Hidrogeología - Informe ONERN.- Discusión del Informe - Acuíferos estudiados por el Plan Nacional de Agua Potable Rural - Acuífero Chua Chua - Acuífero de la margen derecha del rio Cabanillas.*
- *Situación legal de las aguas subterráneas Conclusiones y Recomendaciones.*

APENDICE

<i>Procedimientos usados por el Plan Nacional de Agua Potable Rural en Puno para el estudio del rendimiento de Acuíferos - Método Porcher - Método Porchet</i>	139
<i>Recomendaciones.-</i>	
<i>Determinación de la permeabilidad</i>	144
<i>Métodos de aforo</i>	145
<i>Aforo volumétrico, por vertedero triangular, descarga libre - Por orificio - Ventajas y desventajas - Factores de seguridad</i>	
<i>Calidad del Agua</i>	151
<i>Calidad de aguas utilizadas por el Plan Nacional de Agua Potable Rural.</i>	
<i>Normas de potabilidad</i>	

----- oooooo -----

I N T R O D U C C I O N

El Departamento de Puno, con sus 752,653 habitantes (1964) es después de Lima el departamento más poblado de la república. De esta cifra, 609,681 habitantes o sea el 81% es población rural considerándose como tal a los grupos y núcleos que llegan a un número de 2,000 habitantes. Esta población rural está conformada en prácticamente su totalidad, por la gran masa aborigen.

Hablar de las condiciones de abandono y atraso en que vive esta gente sería repetir lo que está dicho hasta la saciedad. Solamente se hace notar un aspecto de este abandono cual es la carencia de un saneamiento ambiental adecuado.

La urgente necesidad de solucionar este problema ha coincidido con la creación del Plan Nacional de Agua Potable Rural, a cargo del Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria del Servicio Especial de Salud Pública que en cumplimiento de los acuerdos de Punta del Este ha emprendido la tarea de dotar de agua potable al 50% de la población rural del Perú, estimada para el año 1970 de 8 millones de habitantes.

En el departamento de Puno, como en seis departamentos de la república el Plan Nacional de Agua Potable Rural ha iniciado sus actividades en una primera etapa consistente en la dotación de sistemas de agua potable en 28 localidades. Esta labor estuvo a

cargo de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud de Puno.

La presente tesis consiste en el estudio de conclusiones y recomendaciones relativas a la aplicación del Plan Nacional de Agua Potable Rural, en el departamento de Puno a través de la oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud de Puno, a sí como la presentación de un estudio-informe de fuentes de agua. Esto último es debido a que la parte más delicada y que mayores problemas ha causado en la elaboración de los proyectos ha sido precisamente las fuentes.

CAPITULO I

GENERALIDADES

Información básica del departamento de Puno.-

El departamento de Puno se encuentra situado en la región sur este del Perú, en la frontera con Bolivia, entre los 13°00' y 17°18' de latitud sur y los 71°08' y 68°50' de longitud oeste de Greenwich; la mayor parte de su extensión corresponde a la región de la sierra o región andina del país, teniendo una parte baja de selva que corresponde a las provincias de Sandia y Carabaya.

El clima varía del frío glacial de los Andes, hasta el clima tropical de la parte baja de su selva, pero la mayor parte de su territorio, tiene clima frío y seco, condicionado por su altitud la que varía desde los 3,812 metros sobre el nivel del mar que es la altura del Lago Titicaca, hasta más de 5,000 metros. Se distinguen dos estaciones, la de diciembre a marzo que es fuertemente lluviosa y moderadamente fría y la de abril a noviembre que es fría y seca.

Extensión territorial.-

El departamento tiene 72,382.44 Km² de extensión total incluyendo la parte peruana del Lago Titicaca.

Vías de comunicación.-

Las principales vías de comunicación están constituidas por las carreteras que unen la capital del departamento con las capitales de provincias, y estas con las capitales de distritos, prolongándose aún a las parcialidades con carreteras sin afirmar otras chas carrosables. La extensión de las carreteras en el departamen-

to es de 4,087.4 Kms que representan el 10.7% del total del país y comprenden 590 kms de carreteras afirmadas, 829.5 kms de carreteras sin afirmar y 2,667.9 kms de trochas carrosables.

Existe una vía ferrea que une la capital del departamento con la de Arequipa y Cuzco, teniendo una extensión de 368 kms. al Cuzco y 334 a Arequipa.

Los vapores del Lago recorren 110 millas de Puno a Guaqui (Bolivia).

Existen dos compañías de aviación, SATCO y FAUCETT que hacen vuelos de la capital de la República a la ciudad de Juliaca los días martes, jueves y sábado; y miércoles y domingo respectivamente.

Todas las capitales de provincias, tienen oficinas de correos telégrafos y radio, la mayoría de los 96 distritos tienen correos y telégrafos.

En Puno, Juliaca, Ayaviri e Ilave, existen oficinas de teléfonos.

En la ciudad de Puno, un diario y varios periódicos eventuales. En las demás capitales de provincias y algunos distritos, algunos semanarios y varios periódicos eventuales.

Cuatro estaciones de radio en la ciudad de Puno, dos en Juliaca y una en Ayaviri; además una estación de televisión en la ciudad de Puno.

Educación Básica y niveles de vida.-

El departamento cuenta con 1,124 escuelas primarias, 22 colegios, 8 centros de instrucción superior, 16 colegios de secundaria técnica, los 22 anteriores son de instrucción secundaria comun. El

número de escuelas es deficiente, así como la cantidad de maestros la cual no guarda relación con la cantidad de alumnos. Los locales son inapropiados y falta material didáctico.

La clase alta está formada por los hacendados y grandes comerciantes, la clase media por empleados, profesionales, propietarios de pequeños negocios y propietarios de pequeñas parcelas de tierra, sus condiciones económicas son precarias. La clase baja o chola lleva en el mejor de los casos una economía de subsistencia. La clase mas baja vive en el medio rural y constituye el 81% de la población, está formado por indígenas quechuas y aymaras.

Vivienda.-

Predomina la vivienda de una sola habitación y de un solo dormitorio, con una o dos camas, siendo el número de personas por familia de 5 en promedio.

Las viviendas en su mayoría son de adobe con piso de tierra o madera con techo de calamina, paja y teja.

En el medio rural, la vivienda está constituida por una sola habitación, con paredes de adobe y techo de paja, cebada y totora, según la región, piso de tierra, sin iluminación ni aereación, alojada a toda la familia y a los inseparables animales domésticos (perros, cuyes, gallinas, etc.) A veces existen dos habitaciones, una es la cocina que sirve de comedor y dormitorio y la otra es la despensa. Cuando el campesino no duerme o reposa en el suelo, lo hace en un altillo o adobes.

El abastecimiento de agua y las facilidades sanitarias incluso en la ciudad de Puno, dejan mucho que desear.

Actividad económica fundamental.-

6.

Puno es el departamento ganadero mas importante del país, es especialmente en lo que se refiere a ovinos y auquénidos.

La agricultura presenta el 50.54% de la actividad económica del departamento. Sus productos se destinan casi exclusivamente al consumo. Los cultivos principales son la cebada, la quinua y la patata. Las hortalizas se producen y se consumen en pequeñas escala.

La ganadería representa el 28.03% de la actividad económica del departamento. Las industrias de transformación el 11.89% y la minería el 1.23%

Las comunidades rurales están organizadas en parcialidades con población dispersa, los componentes de las mismas son propietarios de parcelas pequeñas (minifundio). La organización ayllar que es netamente familiar, sólo subsiste en algunas regiones. La fragmentación de tisrras dificulta la explotación económica y tiene o-rigen en el reparto hereditario del suelo. Existe no obstante tierras que son explotadas colectivamente, destinadas comunmente para el pastoreo de animales.

Los suelos son pobres en sales minerales (fosfatos). Otros factores limitantes de la producción son los fenómenos telúricos, como las heladas, el granizo y las sequías prolongadas.

Población.-

Número de habitantes y distribución urbana y rural. La pobla-ción del departamento alcanzó el año 1964 a 752,653 habitantes, su distribución fué la siguiente:

Población rural	609,681	lo que equivale al 81%
Población urbana	143,012	lo que equivale al 19%

La densidad de la población es de 10.1 habitantes por kilómetro cuadrado. La población crece con una tasa de 3% anual.

La población del departamento que fué de 548,371 habitantes el año 1940, debía haber llegado a la cifra de 996,331 habitantes en 1961, asumiendo que la tasa de crecimiento del 3% anual fuera constante. El censo de 1961 sin embargo reveló que la población sólo alcanzaba a 687,067, lo que demuestra que casi 300,000 personas emigraron probablemente en el lapso de 21 años.

Saneamiento Ambiental.-

El saneamiento básico es deficiente en Puno. El siguiente cuadro nos muestra la población cubierta por servicios de agua potable y el porcentaje de viviendas con conexiones domiciliarias.

Provincias	Población total	N° de local.	Población cubierta con serv.de agua potable.		Viviendas con conex. domicil. %
			Número	%	
Puno	139,169	3	27,050	19.5	12.8
Chucuito	161,091	4	4,906	3.0	0.3
Huancané	117,136	6	2,153	1.8	0.0
Sandia	42,133	4	780	1.8	0.0
San Román	49,991	2	11,150	22.5	19.2
Lampa	37,877	2	1,710	4.5	0.0
Azángaro	121,833	3	4,751	3.9	0.1
Melgar	52,683	3	4,244	8.1	2.4
Carabaya	30,780	3	858	4.8	0.0

El número de localidades con servicio de agua potable es 30 con una población de 54,602 habitantes, que representa el 7.7% de la población del departamento, con 3.9% de viviendas con conexión

CUADRO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y DESAGUE EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO ANTES DE INICIAR LAS ACTIVIDADES DEL PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE

LOCALIDAD	AGUA POTABLE		DESAGUE		SERVICIO	TIPO	TIPO	DESTINO
	SERVICIO	FUENTE	SERVICIO	TIPO				
RURAL								
Provincia Puno								
Puno	Incomplet.	Manan, Pozo	Grav. Bomb.	Graved.	Incomplet.	Graved.	Lago	
12 dist.	s/serv.	--	--	--	s/serv.	--	--	
Prov. Azángaro								
Azángaro	Incomplet.	Pozo	Bomb. domic.	--	s/serv.	--	--	
Putina	Id.	Manant.	grav. domic.	--	s/serv.	--	--	
14 dist.	s/serv.	--	--	--	Id.	--	--	
Prov. Carabaya								
Macusani	s/serv.	--	--	--	s/serv.	--	--	
10 dist.	Id.	--	--	--	Id.	--	--	
Prov. Chucuito								
Julí	Incomplet.	gal. fil	grav. domic.	--	s/serv.	--	--	
Ilave	Id.	Pozo	Bomb. Domic.	--	Id.	--	--	
Pomata	Id.	Manantial	Grav. Domic.	--	Id.	--	--	
Yunguyo	Id.	Id.	Id.	--	Id.	--	--	
6 dist.	s/serv.	--	--	--	Id/	--	--	
Prov. Huancané								
Huancané	Incomplet.	Manantial	Bomb. Domic.	Gravedda	Incomplet.	Gravedda	Rfo	
Puisi	Completo	Id.	Grav. Pilet.	--	s/serv.	--	--	
Taraco	Id.	Pozo	Bomb. Pilet.	--	s/serv.	--	--	
6 distrit.	s/serv.	--	--	--	s/serv.	--	--	
Prov. Lampa								
Lampa	Incomplet.	Gal. filt.	Bomb. Domicl.	--	S/SERV.	--	--	
9 distritos	s/serv.	--	--	--	Id.	--	--	
Provincia Melgar								
Ayaviri	Incomplet.	Manantial	Grav. domic.	--	s/serv.	--	--	
Nuñoa	Id.	Id.	Id.	--	Id.	--	--	
Santa Rosa	Id.	Id.	Id.	--	Id.	--	--	
6 distritos	s/serv.	--	--	--	s/serv.	--	--	
Provincia San Román								
Jullica	Incomplet.	pozo	Bomb. Domic.	Bomb. Grav.	Incomplet.	Bomb. Grav.	Rfo	
3 distritos	s/serv.	--	--	--	s/serv.	--	--	

Nº de habitantes con servicio de agua 82,350
 Nº de habitantes sin servicio de agua 603,727
 Nº de habitantes con servicio de desagüe 48,000
 Nº de habitantes sin serv. de desagüe 639,000

DISTRIBUCION DE LA POBLACION DEL DEPARTAMENTO DE PUNO POR PROVINCIAS POBLACION URBANA Y RURAL Y DENSIDAD

POBLACION CENSADA EN 1961

PROVINCIAS	Nº DE DISTRITOS	SUPERFICIE EN Km ²	URBANA		RURAL		TOTAL	DENSIDAD
			Nº	%	Nº	%		
Puno	13	5,112	30,398	25	99,881	75	124,284	24.3
Azángaro	16	6,442	14,911	14	99,096	86	108,007	16.7
Carabaya	10	15,303	5,960	31	22,453	79	28,413	1.8
Chucuito	10	11,473	14,511	10	133,504	90	148,015	12.9
Huancané	9	4,090	8,424	8	100,108	92	108,532	26.5
Lampa	10	6,142	7,010	20	23,103	80	35,113	5.7
Melgar	9	4,286	14,448	31	33,652	69	48,100	11.1
Sandia	9	12,493	8,137	21	32,156	79	40,293	3.2.
San Román	4	2,040	22,485	49	23,855	51	46,320	22.7
TOTALES	90	67,386	126,284	19	560,793	81	687,077	10.1

domiciliaria de desagüe.

10.

En el medio rural, el abastecimiento de agua se hace de pozos no condicionados higiénicamente, de vertientes y ríos. El Area de Salud de Puno con ayuda de UNICEF, ha emprendido un programa de construcción de pozos en la zona de chucuito de la Unidad de Salud de Puno. La disposición de excretas es al aire libre, no obstante que en algunas escuelas se ha introducido letrinas. La disposición de basuras se hace en botaderos adyacentes a la vivienda.

REFERENCIAS:

- Informe del Area de Salud de Puno para el VII ciclo de Reuniones Departamentales dedicadas a Problemas de Salud Pública - 12 de enero de 1966.

Finalidades de la Ley de Saneamiento Básico Rural.-

Dicha Ley tiene por finalidades lo siguiente:

- a) Dotar de sistemas de suministro de Agua Potable y disposición de excretas y aguas servidas a las poblaciones del medio rural
- b) Llevar a cabo estudios y proyectos de agua potable y disposición de excretas en el medio rural y aprobar los mismos.
- c) Preparar y realizar planes regionales nacionales para cumplir con la finalidad de la presente ley, de manera de cubrir las necesidades de la población rural.
- d) Para los efectos de esta ley se considera poblaciones rurales, las que no sobrepasen los 2,000 habitantes y cuyas características se fijan en los reglamentos respectivos.

Son recursos de la Ley de Saneamiento Básico Rural para el cumplimiento de sus finalidades:

- a) Los fondos o partidas que se asignen en forma específica en el presupuesto general de la república y los aportes que puedan proporcionar las municipalidades, Fondo Nacional de Desarrollo Económico, Junta de Obras Públicas, Fondo Nacional de Salud, Juntas Comunales, Corporaciones de Fomento, y otras entidades estatales y particulares.
- b) Los fondos de ayuda internacional y/o extranjera que sean concedidos u obtenidos para la realización del Plan de Saneamiento Básico Rural.

EL PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL Y SUS ALCANCES EN EL
DEPARTAMENTO DE PUNO

La Ley de Saneamiento Básico Rural de la República.-

La Ley N° 13997 de Saneamiento Básico Rural de la República, contempla como una de sus finalidades, dotar de Agua Potable a las poblaciones rurales, entendiéndose por aquellas a las que no sobrepasen de 2,000 habitantes.

El Plan Nacional de Agua Potable Rural agrupa todas estas obras, que son ejecutadas a través de los organismos especializados del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Organización de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Área de Salud de Puno para la ejecución del Plan Nacional de Agua Potable Rural.-

Siendo las Oficinas Técnicas de Saneamiento Ambiental de las Áreas las directas ejecutoras del Plan, se procedió a la organización de la de Puno en tres secciones de acuerdo a las necesidades, y exigencias del trabajo de campo, que predomina. Estas secciones, son:

Sección de Construcciones

Sección de organización de comunidades y servicios

Sección de Administración

Estas tres secciones brindan asesoramiento técnico y a la vez ejercen control sobre los inspectores de saneamiento residentes en obras, que a su vez son los contactos más próximos del Plan con las comunidades.

Política de trabajo del Plan Nacional de Agua Potable Rural.-

Las obras se ejecutan en estrecha relación con las comunida-

des, que brindan al Plan su aporte en efectivo, mano de obra y materiales en algunas oportunidades. Al finalizar la obra, esta se entrega a una Junta Administradora formada para tal objeto entre los vecinos del lugar. Estas juntas se encargan de la operación y mantenimiento del sistema, bajo la supervisión y asesoramiento de la oficina de Saneamiento.

Ya se ha observado que este método de trabajo logra que los pueblos tiendan a proteger y conservar el servicio que han conseguido con su esfuerzo y aporte.

Los trabajos con las comunidades.-

No fueron pocas las dificultades con que se tropezó para iniciar el Plan. Las comunidades en su mayoría no estaban dispuestas, a crear lo que una y otra vez había terminado siendo sólo una promesa. Plantearon exigencias que se tuvo que atender a fin de lograr su confianza.

Las cosechas, siembras, fiestas y diversos factores propios de la zona no permiten que un trabajo con comunidad se lleve a cabo en forma acelerada. Hay que lograr que la comunidad participe siempre, porque si por acabar rápidamente se prescinde de ella, la obra corre el riesgo de fracasar.

Las Juntas Administradoras de Agua Potable locales.-

Las Juntas ya han iniciado sus labores en varios pueblos. Su desenvolvimiento va mejorando a medida que los pueblos van haciendo conciencia de la importancia del agua potable y se avienen a pagar sus tarifas de consumo. Hay un buen número de familias que solicitan conexiones domiciliarias, lo que probablemente dará lugar a un programa de conexiones en todo el departamento, bajo condicio

nes de pago que estén al alcance de todos los consumidores.

Aporte de las comunidades.-

En efectivo.- Al finalizar 1965, la valorización del aporte en efectivo alcanzó la suma de S/. 142,396.00

Mano de obra.- Al 31 de diciembre de 1965, el aporte de la mano de obra de la comunidad, llegó a la suma de S/. 317,500.00

Obras consideradas en la primera etapa del Plan.-

Provincia de Sandia

Cuyo Cuyo

Limbani

Patambuco

San Juan del Oro

Provincia de Huancané

Moho

Cojata

Gonina

Vilque Chico

Provincia de Puno

Chucuito

Mañazo

Provincia de San Román

Cabana

Provincia de Chucuito

Zepita

Desaguadero

Provincia de Azángaro

Asillo

Muñani

Chupa

San José

José Domingo Choquehuanca

Provincia de Melgar

Macarí

Orurillo

Provincia de Lampa

Pucará

Galpuja

Nicasio

Provincia de Carabaya

Usicayos

Ayapata

Goasa

Crucero

Ollachea

CONSIDERACIONES SANITARIAS Y ECONOMICAS EN LOS SERVICIOS
DE AGUA POTABLE RURAL, EN LOS ASPECTOS DEMOGRAFICO, SANITARIO,
ECONOMICO Y SOCIAL

Aspecto Demográfico.-

La carencia de comodidades y la falta de soluciones a las necesidades son mas primordiales, motivan al poblador rural a emi -
grar hacia las ciudades grandes, creando grandes problemas con la
aparición de barriadas y cinturones de miseria en torno a ellas.

Los servicios de Agua Potable contribuyen a que el individuo
de la población beneficiada tenga una vida mas llevadera en su pro
pio pueblo y no sienta la necesidad de abandonarlo en busca de co-
modidades para él y para sus familiares. Como consecuencia de ello
el nucleo no se disgrega y a medida que se va agrandando e inte -
grando en su seno a los pobladores de su area de influencia, está
encaminado hacia el progreso.

Aspecto Económico.-

Los servicios de saneamiento promueven el desarrollo económi
co de un pueblo ya que como está bien dicho en la tesis " El Plan
Nacional de Agua Potable en Junín" de Galvez-Trece: Con las obras
de Agua Potable, se consigue entre otras cosas aumentar en un míni
mo de 5 años las esperanzas de vida al nacer y elevar la capacidad
de aprender y producir, mejorando la salud individual y colectiva"

La explicación es muy lógica. Un individuo y un pueblo que
no tiene Saneamiento Ambiental, que está minado por las enfermeda-
des, necesariamente tiene una producción per-cápita promedio infe-
rior a otro pueblo sano en que el rendimiento y capacidad de trabau

jo de sus pobladores no se siente mermado por la desventaja física que produce una enfermedad.

Aspecto Sanitario.-

El cuadro estadístico adjunto denota la tasa específica por causa de mortalidad infantil en el distrito de Puno durante el año 1963. Se observa que 2,334.6 por cada 100 mil nacidos vivos mueren por efecto de gastroenteritis y Disentería

TASA ESPECIFICA POR CAUSA DE MORTALIDAD INFANTIL EN EL
DISTRITO DE PUNO, DURANTE 1963.

CAUSAS DE MUERTE	TASA ESPECIFICA	
	N° de defun- ciones	Tasa por 100 mil nac.vivos
Tuberculosis todas sus formas	1	77.8
Disentería y Gastroenteritis	30	2,334.6
Tos ferina	3	233.5
Meningitis y encefalitis no TBC.	1	77.8
F.Reum. y Enfermedad Reumat. Cróni- zón	2	155.6
Cardiovasculares	2	155.6
Respiratorias y Bronconeumopattas	54	4,202.3
Malformaciones congénitas	1	77.8
Otras enfermedades de la lra.inf.	9	700.3
Inmaturidad	20	1,556.4
Sal definidas	1	77.8
Accidentes y violencias	4	311.3
Todas las demas causas	4	311.3

Esta cifra ocupa el segundo lugar despues de las enfermedades respiratorias y bronconeumopattas. Siguiendo adelante con las estadísticas, observando el cuadro de tasas de mortalidad por causa y por grupos de edad en el distrito de Puno el año de 1963 se tiene que las más altas tasas corresponden a enfermedades respiratorias y tifoidea, paratíficas y otras salmonelosis. Considerando además que las condiciones de saneamiento en el distrito de Puno

TASAS DE MORTALIDAD POR CAUSA Y POR GRUPOS DE EDAD EN EL DISTRITO DE PUNO - 1963

CAUSAS	GRUPOS DE EDAD	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60 y +	TOTAL
TBC todas sus formas		143.9	76.8	-	160.7	133.5	-	368.1	381.0	85.2	287.0	395.3	-	533.8	163.8
TIFOIDEA, PARATIFICAS y otras SALMONELLOSIS		-	-	64.9	40.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.4
OISENTERIAS Y GASTRO ENTERITIS.		575.7	25.6	-	-	-	98.3	-	-	-	-	-	-	59.3	190.4
TOS FERINA		36.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.2
MENINGITIS Y ENCEFA- LITIS NO TUBERCULOSA		-	25.6	-	-	-	-	-	-	85.2	-	-	-	-	11.4
SARAMPION		36.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8
HEPATITIS INFECCIOSA		36.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.3	7.6
ENFERMEDADES PARASI- TARIAS		-	-	-	-	-	-	61.3	-	-	-	-	-	-	3.8
TUMORES		-	-	-	-	-	-	-	-	170.4	95.7	363.5	-	533.8	53.3
FIEB. REUMATICA Y ENF. REUMATICA DEL CORAZ. CARDIOVASCULARES		-	-	32.5	-	-	-	-	-	85.2	-	-	-	118.6	15.2
RESPIRATORIAS Y BRON- GO NEUMOPATIAS		-	-	-	40.2	-	49.1	-	-	-	95.7	395.3	-	593.1	68.6
OTRAS ENFERMECIONES DEL AP. DIGESTIVO		719.7	25.6	32.5	120.5	-	98.3	61.3	-	85.2	95.7	395.3	510.2	1304.8	449.4
ENFERMECIONES DEL AP. URINARIO		-	-	-	40.2	44.5	49.1	61.3	263.5	255.5	191.3	131.8	340.1	474.5	80.0
COMPLIC. DEL EMB. PAR- TO Y PUERPERIO.		36.0	-	64.9	20.2	-	49.1	-	-	-	-	131.8	-	-	22.9
OTRAS ENFERM. DE LA PRIMERA INFANCIA		-	-	-	40.2	44.5	-	61.3	-	-	-	-	-	-	11.4
SENILIDAD Y MAL DEFI- NIDAS		72.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.9
ACCIDENTES Y VIOLEN- CIAS		36.0	-	-	-	40.2	44.5	49.1	61.3	-	-	-	-	-	68.6
TODAS LAS DEMAS CAU- SAS		72.0	76.8	32.5	160.7	178.0	147.4	184.0	381.0	-	287.0	527.0	-	237.2	156.2
		72.0	-	-	-	-	-	122.7	-	-	191.3	131.8	170.1	177.9	51.1

que es el distrito que tiene registros de estadística vital- son enormemente mejores que las de los demás distritos, admitimos que las enfermedades de origen hídrico son el principal problema sanitario. Así por ejemplo en las localidades de ceja de montaña se sabe positivamente que la parasitosis es endémica, haciéndose indispensable todas las precauciones para el uso doméstico del agua. En esa zona el Plan Nacional de Agua Potable Rural ha instalado y sistemas cuyos resultados se verán dentro de algunos años en forma objetiva ya que las cifras estadísticas deberán denotar una gran disminución de las enfermedades de origen hídrico.

Los servicios de agua potable pues son una solución al problema sanitario de las enfermedades de origen hídrico.

Aspecto Social.-

A pesar de que los beneficios proporcionados por los servicios del Agua Potable son a todas luces vistos en el aspecto social se a nota a continuación algunos acápites en que es utilizada:

- a. aseo personal
- b. lavado de ropa
- c. servicios sanitarios
- d. piletas públicas

En resumen el aspecto social es el fundamental, y la labor que desempeña el Programa Nacional de Agua Potable Rural en Puno está básicamente orientada en este sentido. En efecto, el hecho de que en un pueblo el cual antes de que llegara el Plan Nacional de Agua Potable Rural no había soñado jamás con que sus pobladores tuvieran tan cerca la oportunidad de tener en su vivienda un baño como el que alguna vez habían visto en una ciudad, o mediante labor

educativa de comunidades, no tengan necesidad de hacer hervir el agua para la bebida sin temer a la parasitosis, tifoidea etc. este hecho y muchos mas hacen que el nivel social de la comunidad sufra un cambio substancial, creando la necesidad de vivir mejor y de aspirar al progreso que vendrá a suplir a la modorra y la inercia.

REFERENCIAS:

- Ley N° 13997 de Saneamiento Básico Rural
- "El Plan Nacional de Agua Potable Rural en Junín, su conducción y ejecución a travez de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud de Junín".

ORGANIZACION DE LA OFICINA TECNICA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

Servicio Especial de Salud Pública.-

A nivel nacional, como se sabe el Servicio Especial de Salud Pública es la entidad ejecutora del Plan Nacional de Agua Potable Rural a travez del Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria.

El SESP de acuerdo a su ley de creación N° 13908 de fecha 25 de enero de 1962, es una entidad de tipo para-estatal, y de conformidad con el Sistema Nacional de Planificación a la ley anual del Presupuesto de la República del Perú, es una entidad del Sector Público Nacional que se ubica en el Sub-Sector Público Independiente es decir entre aquellos organismos del Estado, con flexibilidad económica y administrativa, y en el caso del SESP con capacidad técnica para realizar actividades de orden sanitario que por razones justificadas requieren este tipo de administración; tal es el caso del Plan Nacional de Agua Potable Rural.

El SESP, es gobernado por un Directorio o Consejo Directivo, y su Director, quien es nombrado por el Ministro de Salud Pública, es el ejecutor de las decisiones del Consejo Directivo, dentro de las facultades que posee, y según lo establecido en la Ley 13908, y las que otorga el citado Consejo.

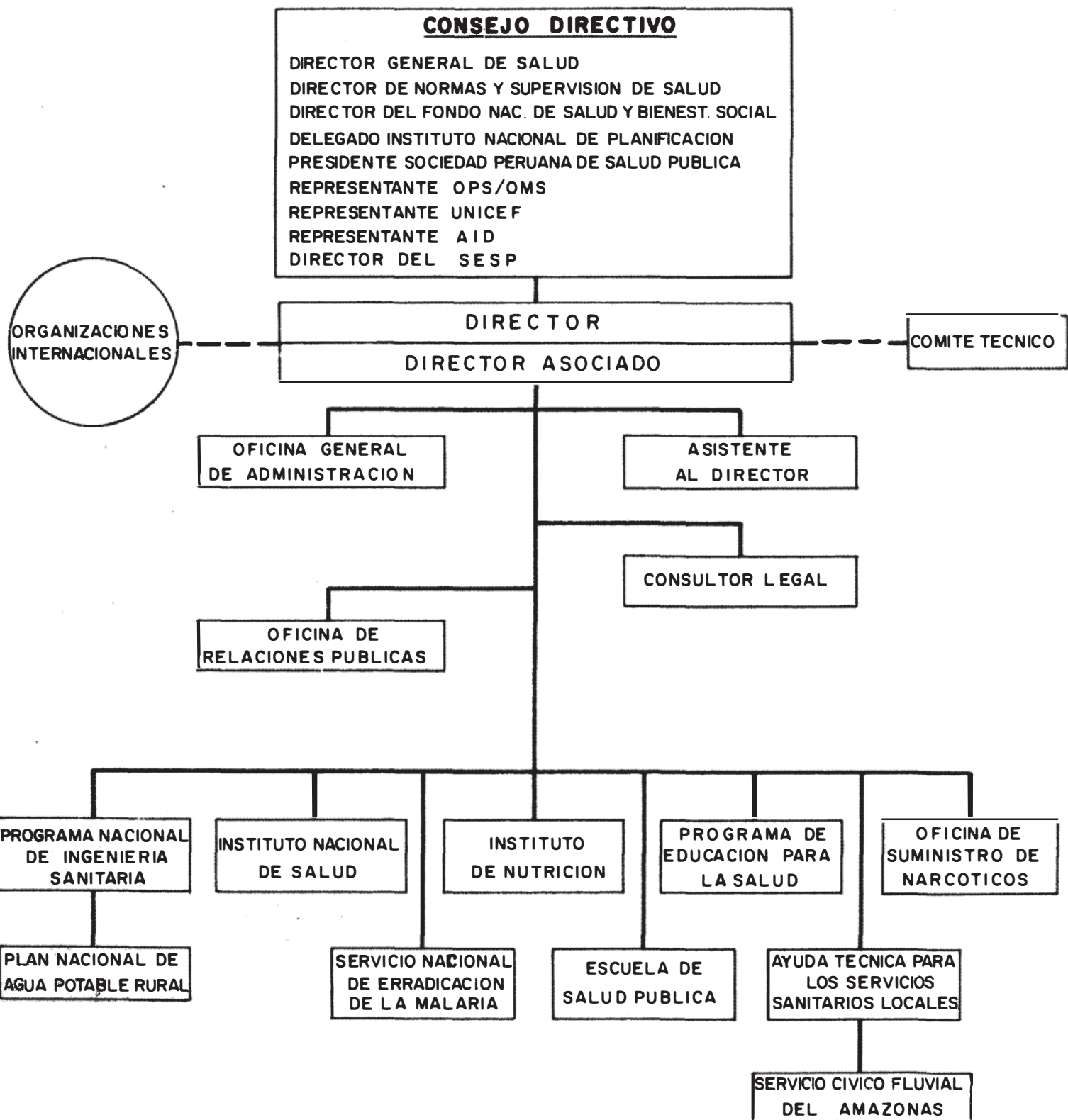
Se adjunta un organigrama estructural del SESP.

Organización del Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria.-

La ejecución del Plan Nacional de Agua Potable Rural, tiene en el Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria el organismo técnico especializado que desde el 13 de noviembre de 1963 por decreto supremo recibió el encargo y la responsabilidad de conducir el Plan

ORGANIGRAMA DEL SERVICIO ESPECIAL DE SALUD PUBLICA

1966



Nacional de Agua Potable Rural.

Precisamente para realizar la primera etapa financiada parcialmente con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo se creó este Programa Nacional con los recursos humanos que habían pertenecido a la antigua división y programa de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud Pública, conformando el cuadro de organización del SESP.

El Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria, entidad ejecutora del Plan Nacional de Agua Potable Rural, ha experimentado algunas modificaciones en su organización, para darle mayor agilidad y adaptarle a las necesidades que se manifestaron durante la ejecución de la primera etapa.

En primer lugar, se creó la división de Planeamiento y Programación que tiene entre sus funciones el estudio y determinación a escala nacional, de los problemas y necesidades de las localidades rurales, en relación al Saneamiento Básico, y se desempeña como una asesoría de la Jefatura del Programa en lo concerniente a las tareas de planear, programar, evaluar y preparar informes del estado de ejecución de los planes, para el BID y otras entidades.

Así mismo tiene a su cargo la preparación de normas y métodos; esta división fue creada a comienzos del año de 1965.

También se han creado dos divisiones asesoras a la división de Saneamiento Básico Rural, en aspectos de ejecución del Plan Nacional, las que se han introducido en el rubro de "Asistencia Técnica".

a. Sub-división de coordinación y métodos de construcción, cuyo objetivo principal es el de coordinar los diseños y proyectos

con los aspectos de construcción de obras, y estudiar métodos para la simplificación y abaratamiento de los procesos constructivos; esta sub-división ha permitido conseguir ciertas economías especialmente en los que se refieren a estructuras de concreto, sistemas de filtración e iniciar trabajos de investigación para la producción de equipos simples en la purificación del agua.

- b. Sub-división y asesoría de promoción de Comunidades, cuya función primordial es la de prestar asistencia técnica a las Areas y Unidades de Salud de la República en aspectos referentes a la organización de las comunidades, motivación estímulo y preparación para su participación en la ejecución de las obras, formación de los comités pro agua potable y la coordinación con el Ministerio de Salud Pública a nivel central y periférico en diversos aspectos en que su personal disponible debe participar en las diferentes fases del Plan, es importante especialmente esta última parte, dado que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social por medio de sus Oficinas Técnicas de Saneamiento Ambiental en los diferentes departamentos del país, tienen a su cargo la asesoría y supervisión de las juntas de Agua Potable, conforme los servicios se van terminando y entregando a dichas juntas.

Otra modificación ha sido la de crear la oficina de Administración de Servicios, en atención a la importancia indudable que adquiere la operación y mantenimiento de las obras entregadas a las comunidades, y la política de estimular la implantación de conexiones domiciliarias, para de esta manera lograr una mejor utilización del servicio, facilidad de recauda

ción de tarifas, eliminación progresiva de piletas públicas y orientación de la comunidad hacia el pago parcial del capital invertido en la ejecución de la obra, además de los que provienen del mantenimiento y operación de los servicios. En esta oficina, que ha reemplazado a la que se llamó de supervisión y evaluación, se han incorporado dos ingenieros sanitarios y un educador para la salud, con experiencia en administración de servicios.

Gabe destacar que la Oficina Sanitaria Panamericana como colaboración en asistencia técnica, ha destacado un ingeniero de la Organización para cooperar y asesorar dicha oficina.

Según la Ley de saneamiento básico rural, son atribuciones del programa Nacional de Ingeniería Sanitaria:

- a. Preparar los planes nacionales y regionales
- b. Preparar y aprobar los estudios, proyectos y presupuestos de las obras.
- c. Elaborar las normas necesarias para el cumplimiento de su función, de acuerdo a los principios reglamentarios.
- d. Efectuar el catastro de las poblaciones comprendidas dentro de los límites que señala la ley de Saneamiento Básico Rural y determinar un orden de prioridades para el cumplimiento de sus fines.
- e. Tramitar los pedidos presentados por las poblaciones, comunidades o localidades comprendidas dentro de los alcances de la Ley N° 13997 para acogerse a los beneficios de esta.
- f. Determinar la forma y procedimientos mas adecuados para la construcción, mantenimiento, operación y administración de la

obra, de conformidad con los términos que señale este reglamento.

- g. Aprobar las bases y especificaciones técnicas para licitar la construcción de las obras, ejecución de trabajos, compra de material y equipo, etc., y resolver los aspectos técnicos de la adjudicación de las obras, ya sea por licitación o administración directa.
- h. Proponer el nombramiento y contratación del personal profesional y auxiliar o técnico y administrativo necesario para el cumplimiento de los fines de la ley en referencia.
- i. Supervisar la ejecución de las obras de Saneamiento Básico Rural de la República y la administración, operación y mantenimiento de los servicios.
- j. Proponer al Ministerio los proyectos de convenios necesarios que se deben suscribir con las entidades estatales, para-estatales, entidades representativas de las comunidades, particulares etc., para el mejor cumplimiento de la ley.
- k. Proponer al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, las tarifas y cuotas familiares que deberán abonar las poblaciones beneficiadas.

Se adjunta el Organograma Estructural del Area de Salud de Puno. En el se puede notar que hay dependencias ejecutivas y dependencias asesoras. En estas últimas está la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental.

Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental.-

Es una Oficina Técnico Asesora, que está a cargo del Plan Nacional de Agua Potable Rural en Puno, además de labores de Saneamiento Urbano y ocasionalmente labores que forman parte del Fondo de Operaciones de Saneamiento Ambiental, consistentes en dotación de pozos acondicionados para uso doméstico. Se adjunta el organograma del Plan Nacional de Agua Potable Rural a nivel de Area

Funciones y responsabilidades del Ingeniero Jefe.-

Es responsable del desarrollo del Plan Nacional de Agua Potable a nivel departamental, ante el Jefe de la Oficina Principal del Plan en Lima y ejerce autoridad técnica y administrativa sobre el personal de su oficina.

Sus funciones son:

- 1.- Coordina las actividades del Plan Nacional de Agua Potable Rural con los otros servicios técnicos del Area de Salud.
- 2.- Dirige, supervisa y controla la ejecución del Plan Nacional de Agua Potable Rural a nivel departamental de acuerdo a las instrucciones impartidas por el Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria.
- 3.- Aprueba y autoriza los gastos efectuados por su oficina así como el movimiento de materiales.
- 4.- Mancomunadamente con el administrador gira los cheques de la

S. E. S. P.
AREA DE SALUD DE PUNO

O T S A

JUNTA ASESORA

ADMINISTRACION

ALMACEN
CONTABILIDAD

COMUNIDADES

CONSTRUCCION

OFICINAS
ZONALES

OBRAS

cuenta bancaria de la Oficina.

- 5.- Autoriza los pedidos de materiales que fueran necesarios
- 6.- Remite a la Oficina Central las valorizaciones de las obras efectuadas por licitación y las cuentas documentadas de las obras que se realizan por administración.
- 7.- Da cuenta mensual de los gastos efectuados por la oficina
- 8.- Informa mensualmente de las actividades realizadas
- 9.- Vela porque el aprovisionamiento de materiales y equipos a las obras no sufra demora.
- 10.- Vela porque las obras cuenten con el personal adecuado en cantidad y calidad dentro de los presupuestos aprobados.
- 11.- Revisa las cláusulas de los Convenios con comunidades y los firma.

Junta Asesora.- Está compuesta de 4 miembros:

- Inspector de Saneamiento encargado de comunidades
- Asesor de Administración
- Educador de Salud Pública
- Técnico constructor

Tiene por objeto asesorar a la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental, especialmente en lo que a simultaneidad se refiere, coordinando y programando el desenvolvimiento juntamente con el Ingeniero Jefe, ingenieros asistentes, inspectores, para tomar acuerdos y determinaciones, y para evaluar aquellos ya tomados.

Oficina de Administración.-

Tiene a su cargo la parte contable, así como está bajo su responsabilidad el movimiento de almacenes, personal, materiales y e-

quipo. Está a cargo del administrador cuyas funciones son:

- 1.- Llevar las cuentas documentadas de los gastos de la oficina
- 2.- Llevar el libro de caja y el libro de registro de cheques
- 3.- Confeccionar los libros de costo de obra, teniéndolos en todo momento al día.
- 4.- Confeccionar las planillas de sueldos y jornales, previa apro
bación de las planillas de tiempo de los obreros
- 5.- Confeccionar las órdenes de compra, guías de remisión y otros documentos que sean necesarios.
- 6.- Llevar los archivos de la oficina
- 7.- Realizar los inventarios de herramientas, materiales y equipo cuando fuera necesario.
- 8.- Llevar el control de los vehículos de la oficina y supervisar el funcionamiento del almacén.
- 9.- Mancomunadamente con el Ingeniero Jefe girará los cheques a la cuenta bancaria, así como toda la documentación administra
tiva.
- 10.- Realiza los pagos al personal y lleva el control de los mis -
mos.
- 11.- Realiza las compras autorizadas por el ingeniero jefe y las co
loca según las propuestas más ventajosas. Supervisa las co
mpras de los choferes.
- 12.- Confecciona el Manifiesto de caja cada fin de mes para su re-
misión a la Oficina Principal.
- 13.- Lleva el libro de recursos de Mano de Obra calificada
- 14.- Estar en condición permanente de proporcionar cualquier dato que se le solicitara.

Almacén General.-

Ubicado en Puno, a cargo de un almacenero, que efectúa el movimiento mediante tarjetas Cardex. Se lleva un control de los almacenes locales y zonales. Se almacena también los materiales y herramientas del taller sanitario.

Almacén Zonal.-

En número de 2, ubicados en la Unidad de Salud de Azángaro y en la Posta Médica de Macusani. Tienen por objeto facilitar una mayor fluidez en los envíos desde el almacén central a las obras, coordinando los viajes y el transporte, y como una solución al problema de las distancias y condiciones de carreteras. Estuvo a cargo del Inspector de Saneamiento a cargo de la zona y del Sanitario de la Posta.

Almacenes locales.-

A cargo del auxiliar residente. El local donde funciona, es facilitado por la comunidad, según convenio.

Movimiento de almacenes.-

Una de las razones fundamentales por las que el Plan Nacional de Agua Potable Rural tuvo éxito en Puno es por la forma como se llevó el control y documentación de almacenes. Para ello se hizo uso de los siguientes documentos:

- a) Guía de remisión
- b) Guía de transferencia
- c) Cuadros de demanda
- d) Notas de entrega

Cuadros de mando.-

Mediante los cuales se determina en la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental la cantidad exacta de materiales: cemento, fierro, madera etc. que deben enviarse a determinada obra. Está confeccionado en base a metrados hechos en la misma oficina, con porcentajes de seguridad.

Guías de remisión.-

Las guías de remisión se extienden en base a los cuadros de mando. Son en cuatruplicado y su flujograma se adjunta para objetivizar mejor su explicación.

Guías de transferencia.-

Pueden ser de obra a obra o de obra a almacén central, esta última para fines de contabilidad.

Notas de entrega.-

Utilizadas para herramientas o equipo que está destinado a salir del almacén por poco tiempo.

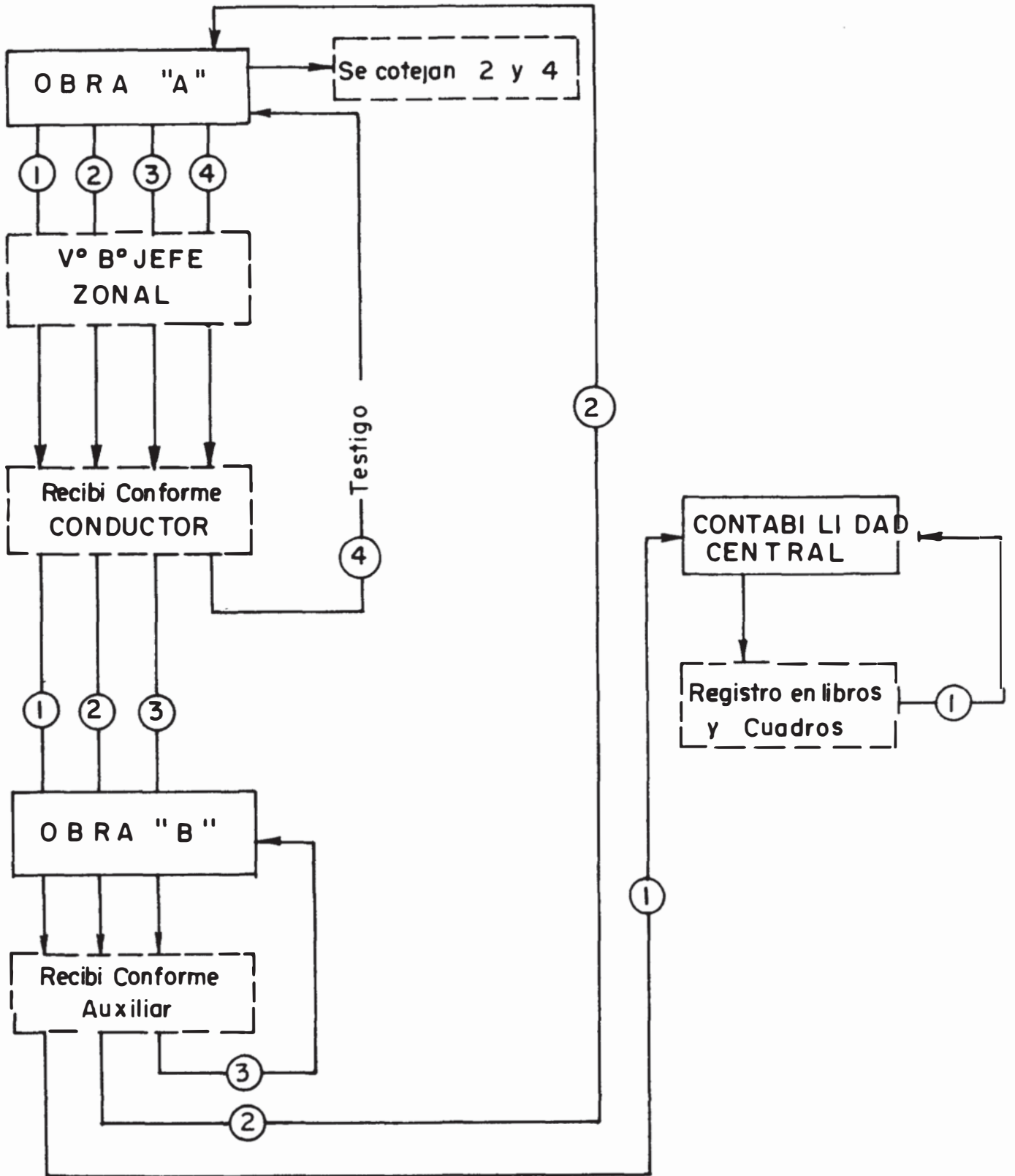
Se adjunta modelos y flujogramas de guías de remisión y de transferencia así como modelos de cuadros de mando.

Oficina de Comunidades.-

A cargo de un inspector de saneamiento. Se creó esta oficina con el siguiente objeto:

- 1.- Llevar a cabo una motivación en las comunidades a beneficiarse para que ellas se comprometan a colaborar, para lo cual se firma el convenio.

FLUJOGRAMA DE GUIA DE TRANSFERENCIA OBRA A OBRA



	DESCRIPCION	ESCUADRIA	LONGITUD	Nº DE UNIDADES	Nº DE P. 2
M A D E R A .					
	TOTAL.				

	DESCRIPCION	DIMENSION	UNIDAD	CANTIDAD
O T R O S .				

- 2.- Proseguir continuamente esta motivación, periódicamente, e intensificandola los momentos en que el entusiasmo de las comunidades esté menguando.
- 3.- Centralizar el control de aportes tanto económico como de mano de obra.
- 4.- Es a nivel de Area la oficina similar a la llamada Adminis - tración de Servicios de la oficina principal.

Cuenta con un vehículo y ayudas audio-visuales. El Educa - dor de Salud del Area asesora a esta oficina.

Oficina de Construcciones.-

En esta oficina forman parte los ingenieros a cargo de las obras y el maestro general de obras. Tiene el objeto de normar y reglamentar los procedimientos de construcción, y verificar los cuadros de mando, evaluar las actividades ya realizadas, así como los avances de obras, abastecimientos de materiales y todo problema que en la construcción de los sistemas se presentara.

Discusión, observaciones y recomendaciones generales.-

Evalutando la forma como se llevó a cabo la primera etapa del Plan Nacional de Agua Potable Rural, en Puno, se puede concluir que si bien se enfrentó a problemas debido a un sin número de imponderables, este desarrollo ha sido plenamente satisfactorio. Todas las obras concluidas están funcionando perfectamente al igual que sus respectivas juntas administradoras.

En las organizaciones del Servicio Especial de Salud Pública, Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria y Area de Salud de

Puno, no hay observación posible, dentro de los alcances de esta tesis.

En cuanto a la organización de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Área de Salud, y más particularmente del Programa Nacional de Agua Potable Rural en Puno, cabe anotar que se presentaron algunos trastornos debido a factores limitantes de orden económico principalmente. Es así que la carencia de personal ha sido el punto neurálgico de la organización. Por lo tanto se recomienda contar con los servicios de por lo menos 8 inspectores de saneamiento. Este número por una parte permitirá llevar mejor el Plan, y por otra, los otros programas existentes en el Área no se descuidan.

Además de 28 obras que se ha construido en menos de 2 años, resulta ridículo el número de 2 ingenieros sanitarios, luego pues es necesario contar con los servicios de un Educador de Salud Pública que se dedique por lo menos 15 días al mes en actividades de promoción.

Sin embargo afirmar que la organización de la oficina Técnica de Saneamiento Ambiental con la disminución de los gastos generales, al no tener personal numeroso, abarató los presupuestos de las obras compensando en esa forma los inconvenientes referidos anteriormente.

En general se estima que el tipo de organización de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental, dentro de las limitaciones que confrontaba ha permitido llevar un adecuado desenvolvimiento a la ejecución de las obras.

CAPITULO III

SECUENCIAS EN EL DESARROLLO DE UNA OBRA DE AGUA POTABLE RURAL

Planificación y Programación.-

Para llevar a cabo las 28 obras de la primera etapa del Plan Nacional de Agua Potable Rural, en un período tan reducido como aproximadamente un año y medio, contando con recursos con los cuales no se había trabajado anteriormente, tales como la comunidad, en lo referente a mano de obra no remunerada y aporte que debería proporcionar: materiales, etc. fué necesario llevar a cabo un estudio previo en la oficina del Area de Salud de Puno para planificar las obras, de tal suerte que se ahorrara lo máximo sin restarle la eficiencia a la calidad de los servicios.

Teniendo en cuenta la distribución geográfica del departamento, la accesibilidad de las obras, las vías de comunicación y la existencia y distribución de postas sanitarias y unidades de salud se hizo una división de 3 zonas: Norte, Centro y Sur, cada una de las cuales contaba con el siguiente personal:

1 Ingeniero de construcciones

1 ó 2 Inspectores de Saneamiento

1 Chofer

1 Maestro de obras

1 gasfitero

1 encofrador fierrero

1 albañil

Número adecuado de capataces de voladuras

1 herrero

Número de auxiliares residentes igual a las obras en la zona

Guardianes en número igual a las obras

Oficiales ayudantes de maestros

Además se contaba con el siguiente equipo:

1 camioneta Pick up

Equipo de topografía (rotativo por zonas)

120 palas

120 picos

24 carretillas

50 juegos de barrenos (patero, seguidor y cucharilla)

20 barretas

1 bomba de prueba

1 fragua

24 combos de 6 libras

4 combos de 12 libras

40 mangos de picos

4 zarandas de 3/8"

20 planchas de calamina

5 moldes para cajas de válvulas

1 motobomba (opcional)

20 latas concreteras

10 cilindros

Materiales de construcción básico por zona:

Madera para encofrados de un reservorio de 50 m³

Madera para encofrados de un reservorio de 30 m³

Madera para encofrado de captación

10 cajas de explosivos (2,500 cartuchos)
 60 cajas de fulminantes (6,000 unidades)
 12,000 pies de guía de agua
 1 cuñete de clavos de 4"
 1 " " " " 3"
 1 " " " " 2 1/2"
 2 rollos de alambre negro # 16
 1 rollo de alambre negro # 18
 1,400 bolsas de cemento portland
 8 sacos de carbón "Coke"
 1 galón de tinner
 brochas, wype y pintura anticorrosiva en cantidad adecuada

Equipo personal de escritorio.-

Se proyectó a cada zona de un número adecuado de botas, lámparas de kerosene, primus, botiquines.

Asi mismo se proveyó de escalímetros, un juego de escuadras transportador, formas de pedidos, transferencias, recibos, papel timbrado, padrones de suscriptores, planillas de tiempo y útiles de escritorio en cantidad mínima.

Finalmente se dotó a cada zona de un juego de planos de proyectos de cada una de sus obras a cargo.

Obras que comprende cada zona.-

Zona Norte: Sede Posta Médica de Macusani

Obras en ejecución: Crucero, Ollachea, Ayapata, Usicayos, además inspección de obras por contrata: Cuyo Cuyo, Limbani y Patambuco.

Zona Centro: Sede Unidad de Salud de Azángaro

Obras en ejecución: Asillo, Muñani, San José, Estación, Pucará,

Chupa, Orurillo, Macarí, Galpuja, Nicasio, Pucará.

Zona Sur: Sede Area Salud Puno

Obras en ejecución: Desaguadero, Zepita, Chucuito, Mañazo, Laraqueri, Cabana, Moho y Coniia.

Realización de obras simultáneas.- Factores que condicionan la simultaneidad.-

Para la ejecución en sí de las obras que estaban a cargo de una zona, hubo que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Personal especializado del Plan Nacional de Agua Potable Rural que como se ha dicho en el ítem anterior, cada zona disponía sólo de un maestro encofrador fierrero, un gasfitero. En estas circunstancias, se podía trabajar simultáneamente si en un pueblo se comenzaba con las obras de concreto y en otro con el tendido de tuberías. Posteriormente se rotaban los equipos alternativamente. Se dispuso así mismo de un equipo de gasfitero y ayudante en todo el departamento para que se hiciera cargo de la realización de las pruebas hidráulicas.
- b) Movilidad.- Fue necesario programar la movilización vehicular, de tal manera que las unidades disponibles, sirvieran para movilizar equipos de personal especializados, transporte de materiales, equipo, coordinación con la zona vecina para fines de rotación de equipo o personal a movilizarse en las tres zonas, y finalmente no descuidar los servicios de mantenimiento periódico para lo cual las unidades tenían que trasladarse hasta Puno.

- c) **Abastecimientos de materiales.-** Ya se ha dicho que al comenzar, la zona disponía de una cantidad de materiales mínima que deberían señalar la apertura de los almacenes locales. Sin embargo, estas cantidades son relativas, correspondiendo a las obras mas pequeñas. Deberá pues en la mayor parte de los casos, enviar adicionales los cuales en muchos casos por la dificultad de las vías de transporte no llegan en las fechas deseadas.
- Se adjunta forma de cuadro de mando de metrado de materiales.
- d) **Transportes.-** Superditado a las vías de comunicación que especialmente en la zona Norte son de pésima calidad, lo que trae consigo demoras de semanas.
- e) **Comunidad.-** Es quizás el factor mas determinante puesto que se tuvo que hacer una investigación local de las fiestas y costumbres locales. En la mayoría de los casos la semana anterior y la posterior a la fiesta local, es un lapso de tiempo nulo para avance de obra.

FASES DEL DESARROLLO.-

El siguiente cuadro se tuvo presente aunque solamente como referencia, ya que cada comunidad tiene una psicología diferente y en todo caso se dejó al criterio de los motivadores y educadores.

T I E M P O		A C T I V I D A D E S	
no significativo		PRE-S ELECCION DE LOCALIDADES	
4 días		ESTUDIOS PRELIMINARES	
6 días	Fase educativa N° 1	Estudios para el proyecto.	
21 días	Fase educativa N° 2	Ejecución del proyecto	
6 meses	Fase educativa N° 3	Ejecución de obras	
7 días	Fase educativa N° 4	Estudio de tarifas	
7 días	Fase educativa N° 5	Organización de la Junta Administradora	
Actividad permanente	Fase educativa N° 6		

PRE-SELECCION DE COMUNIDADES .-

La oficina de Planeamiento de la Oficina Central, con la información obtenida por el Ministerio de Fomento y Obras Públicas, Fondo Nacional de Desarrollo Económico, Proyecto 106 y otras fuentes, pre-seleccionaron las localidades que deberían ser consideradas en el Plan Nacional de Agua Potable Rural de acuerdo al cuadro de prioridades establecido.

ESTUDIO PRELIMINAR.-

Se realizó un estudio Socio Económico de la localidad a fin de determinar:

- a) La actitud del poblador ante el problema
- b) El estado educativo sanitario de la población
- c) La capacidad económica de la población

- d) El número de predios a servir y su ubicación
- e) La factibilidad de solución

Esta información se obtuvo efectuando los trabajos siguientes:

- a) Croquis de ubicación de predios de la población
- b) Encuesta socio-económica de la población

Como consecuencia de este estudio se pudo predecir la posible tarifa por consumo de agua y el probable recaudo mensual que se podía esperar en esta localidad y con este monto se podría de terminar cual sería la máxima inversión recuperable que se pueda realizar en esa población considerando los reembolsos a largo plazo y con un módico interés.

Esta labor sería realizada por una brigada, compuesta por un ingeniero y 6 ó mas inspectores de saneamiento de acuerdo a las necesidades.

Los inspectores deberían quedarse residiendo en las localidades por el tiempo que fuera necesario para la realización del trabajo.

Se estimó que ello requeriría 4 días inspector por cada 500 habitantes.

ESTUDIO PARA EL PROYECTO.-

Teniendo en cuenta los datos proporcionados por el estudio preliminar se iniciaron los estudios para el proyecto de abastecimiento de Agua Potable.

Fase Educativa N° 1.-

Esta fase tuvo como objetivo lograr el convencimiento de la población de que es necesario aprovisionarse de Agua Potable.

Para ello se formaba los llamados "Comités pro Agua Potable" a fin de que sean estos los que canalicen el aporte de la comunidad para la construcción del Sistema de Abastecimiento de Agua teniendo en cuenta las siguientes pautas:

El Comité pro-Agua Potable consta de 5 miembros:

Presidente - Secretario - Tesorero y 2 Vocales; 3 elegidos en Asamblea Popular y 2 serán representantes de las autoridades locales.

Realizada la elección de los miembros del Comité estos a su vez harán distribución de cargos.

El Comité Pro-Agua Potable tiene las siguientes funciones:

- 1.- Representa la población ante el Area de Salud
- 2.- Formula el convenio de aporte de la población con el Plan Nacional de Agua Potable Rural.
- 3.- Realiza el empadronamiento de las personas hábiles de la población y fija el aporte correspondiente.
- 4.- Organiza los grupos de trabajo para la ejecución de obras.
- 5.- Lleva el control de los pobladores que contribuyen en la construcción del Sistema de Abastecimiento de Agua.
- 6.- Otorga los certificados de aporte efectuados por los pobladores.
- 7.- Cooperera con el Plan Nacional de Agua Potable Rural a fin de lograr el mayor éxito en la ejecución del Programa.

EJECUCION DEL PROYECTO.-

La oficina de Planeamiento de la división de Saneamiento Básico Rural con la información proporcionada por los estudios de campo realizados y el informe preliminar, elabora el proyecto de abastecimiento de Agua de la localidad, teniendo especial interés en

que el costo de la obra no exceda a la máxima inversión recuperable en esa localidad.

Fase educativa N° 2.-

Esta fase tendría como objetivo lo siguiente:

- a) Hacer conocer la forma de trabajo del Plan Nacional de Agua Potable Rural
- b) Lograr el ofrecimiento de cooperación por parte de la población, para la consecución del Sistema de abastecimiento de agua y el mantenimiento de este.

Para ello se procedió a determinar el aporte de la Comunidad de la siguiente forma:

Previa la firma del Convenio con la Comunidad, para fijar el aporte de esta a la ejecución de las obras, la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud hace un análisis de presupuesto del proyecto respectivo a fin de determinar la cantidad de materiales locales y mano de obra no especializada que es probable cubrir con el aporte de la Comunidad. Con este fin se realizan los siguientes trabajos:

1.- Deducir del presupuesto lo siguiente:

- a) Relación de los trabajos con mano de obra no especializada tales como excavaciones, preparación de mezclas, vaciado de concreto, etc.
- b) Relación de materiales de la zona, tales como: arena, piedra, madera etc., que podrán ser puestos en el sitio de trabajo, por la comunidad.

2.- De la encuesta realizada en el estudio preliminar se dedujo el número de personas hábiles y se fijó la posible contribución en

efectivo que podría esperarse de la Comunidad.

Obtenido este informe se hizo conocer a la población el tipo, y cantidad de aporte que se espera de ella. Una vez acordado el monto se firmó el convenio respectivo de acuerdo al formulario adjunto.

El aporte de la Comunidad debería ser el máximo posible y en ningún caso debería ser menor al 10% del costo total de la obra incluyendo las cuentas adicionales y gastos generales; sin embargo existió la posibilidad de que estas pequeñas localidades dados sus limitados recursos no puedan cumplir con los términos del convenio, debiendo en este caso cubrirse el saldo mediante un reajuste de tarifas.

En lo referente al aporte en efectivo se puede tener 2 alternativas:

- a) Que todos los miembros hábiles de la Comunidad den un aporte uniforme.
- b) Que los miembros de la Comunidad se clasifiquen por categorías y que se fije un aporte de acuerdo a ellas.

Estas dos alternativas se insinuarían al comité de agua potable, debiendo ser ellos quienes determinen la forma del recaudo.

El Ingeniero estudia en todo caso la forma mas conveniente para obtener el aporte de la comunidad pudiendo establecer el aporte de los 3 tipos o parte de ellos.

Forma para hacer el análisis del aporte.-

PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL

GENERALIDADES

Localidad _____ Provincia _____ Dpto _____

Descripción de la obra:

Costo de la obra S/.

Cuentas adicionales y gastos generales. S/.

Total general: S/.

APORTE DE LA COMUNIDAD:**1. Mano de obra no especializada**

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P.U.	Costo
Excavación para cimentación				
Preparación y vaciado de concreto.				
Transporte de materiales				
Excavación y relleno de zanjas.				
Otros				

T O T A L:

2.- Materiales que pueden ser donados por la Comunidad

MATERIALES	Unidad	Cantidad	P.U.	Costo
Arena			.	
Piedra				
Madera				
Cemento				
Otros				
Total				

3.- Aporte en efectivo

Número de personas hábiles en la localidad

Contribución promedio en efectivo
que se puede esperar S/.

Aporte en efectivo S/.

c. Firmar el convenio con la población

EJECUCION DE LAS OBRAS.-

A base del proyecto elaborado por la oficina de estudios y proyectos y de acuerdo a las instrucciones impartidas por la oficina de Construcciones de la División de Saneamiento Básico Rural, la oficina Técnica de Saneamiento del Area realizó la construcción de las obras de Agua Potable.

Fase Educativa N° 3.-

Esta fase tuvo como objetivo lograr que la población cumpla con el convenio firmado.

Esta fase requirió necesariamente que un inspector de saneamiento, resida en la localidad durante todo el tiempo que dure la obra.

ESTUDIO DE TARIFAS.-

Estando próxima la terminación de las obras, el inspector de saneamiento residente en la localidad, elaboraría el croquis definitivo de ubicación de predios y el padrón de suscriptores proporcionando a la Oficina Técnica de Saneamiento, para que el ingeniero elabore la tarifa respectiva.

La determinación de la tarifa en sí se expone mas adelante.

Fase Educativa N° 4.-

Esta fase tuvo como objetivo el demostrar a la población la necesidad del pago de una tarifa para consumo de agua, para el mantenimiento del servicio.

ORGANIZACION DE LA JUNTA ADMINISTRADORA.-

De acuerdo a las instrucciones recibidas del ingeniero jefe de la Oficina de Saneamiento, el inspector de saneamiento residente en esa localidad organizó a la Junta Administradora.

Fase Educativa N° 5.-

Esta fase fué orientada a lograr los siguientes objetivos:

- a) Hacer conocer a la población la manera como se administrará el servicio de agua potable.
- b) Instruir al operador o futuros operadores del sistema.
- c) Lograr el correcto funcionamiento de la junta administradora

Fase Educativa N° 6.-

Esta fase es permanente y se realiza por visitas periódicas y tiene como objetivo garantizar la vida del Servicio.

FORMACION DE LA JUNTA ADMINISTRADORA Y ENTREGA DEL SERVICIO.-

Estando próxima la terminación de la Obra, se procedió a la formación de la Junta Administradora del Agua Potable Local, de la cual nos ocuparemos ampliamente en los capítulos posteriores.

La entrega de la obra se hizo a la Junta ya mencionada mediante un acta y en asamblea pública. En dicha acta se hizo constar las características del sistema, así como las modificaciones con respecto al proyecto original cuando las hubiera.

CAPITULO IV

INSTALACION DE SUMINISTROS DE AGUA POTABLE.-

Los sistemas de abastecimientos de agua potable en el departamento de Puno, de acuerdo al origen de la fuente de agua y a la naturaleza de energía utilizada, se agrupan en:

- Sistemas por gravedad, con aguas del subsuelo
- Sistemas por gravedad, con aguas superficiales
- Sistemas por bombeo

Se expone a continuación una descripción de cada uno de estos sistemas, describiendo parte por parte, y exceptuando en esta relación las partes de las obras que son comunes a todos los sistemas tales como red de distribución y desinfección, lo que se describe después del último sistema.

1.- Sistemas por gravedad con aguas del subsuelo.-

Son los sistemas más deseables ya que prácticamente se operan por sí solos y los gastos de mantenimiento y operación se reducen al mínimo, concretándose tan solo a limpieza, desinfección y algunas reparaciones eventuales. Sus partes constituyentes son:

- a. Captación.- Es por manantial o galerías filtrantes. En ambos casos el agua discurre por gravedad en una caja o

buzón recolector de donde es entregada a la conducción.

- b. Conducción.- Constituida por tubería de P.V.C. o excepcionalmente fierro galvanizado. Los diámetros usuales son de 1 1/2" y excepcionalmente 2". Las clases de esta tubería son de 45,105^{y 150} lb/pulg.2. Cabe señalar que la longitud de tubería de conducción ha sido un factor limitante en la elección de este tipo de sistemas, ya que una línea de conducción excesivamente larga, tiene un costo tal que no justifica la inversión. Generalmente se ha dado el caso de que líneas de conducción de este tipo, por encima de los 6 km. deberán ser desechadas para un sistema de agua potable rural. También puede darse el caso de que una gran carga o una gran pendiente permita una disminución de diámetro para el mismo gasto, lo que se traduzca en ahorro. Por otro lado, una línea de conducción muy larga significa pérdidas considerables por medio de las juntas en las cuáles no se elimina la posibilidad de filtración. Así se considera que después de 30 días de funcionamiento de la tubería, se pierde 3/4 a 1 galón/día/pié 2 de junta. Quiere decir que además del gasto por transportarse, la fuente deberá tener un gasto adicional que pueda absorber estas pérdidas.
- c. Almacenamiento.- Constituidos por reservorios de cabecera y flotantes, en todos los casos apoyados y contruidos de concreto ciclopeo. Se han construido reservorios de 20,30

y 40 y 50 m³ de capacidad, siendo los de 30 m³ los más numerosos. Están destinados para almacenar un volumen de regulación y reserva para compensar las variaciones horarias de consumo y atender eventuales desperfectos en la línea de conducción y la captación. El volumen es del 25 al 30% del volumen del consumo diario del día promedio anual.

2. Sistemas por gravedad con aguas superficiales.- Sus partes constituyentes son las siguientes:

a. Captación.- Constituidas por bocatomas y derivaciones en cursos de aguas. Se ha provisto de los elementos necesarios para asegurar un tirante mínimo sobre las canastillas de captación.

b. Conducción a la Planta de tratamiento.- En el caso de pequeñas longitudes se instaló el P.V.C.

En caso de ser la conducción excesivamente larga, esta es realizada mediante canal abierto sin revestir.

c. Potabilización.- En este tipo de sistemas fué necesario un tratamiento primario clásico consistente en sedimentación y filtros lentos. Este tipo de tratamiento es el más recomendable cuando se requiere tratamiento en un sistema de agua potable rural debido a la facilidad de su operación y al no requerimiento de equipo mecánico ni reactivos. Esta consideración se hace recordando los limitadísimos re

cursos económicos y humanos que tienen las comunidades del medio rural de Puno.

d. Conducción de la Planta de Tratamiento al reservorio.- Las condiciones hidráulicas iguales al sistema por gravedad de aguas del subsuelo, quedando en este caso eliminado la limitación económica ya que estas líneas son de pequeña longitud.

e. Almacenamiento.- Igual al sistema anterior

3. Sistemas por bombeo.-

Al agotarse las posibilidades de instalación de sistemas por gravedad, fué preciso recurrir a los pozos excavados, lo cual involucró la necesidad de utilizar bombeo. Aún no es posible hacer una discusión del resultado obtenido, puesto que en los 5 pueblos donde se ha implantado este sistema, los equipos de bombeo recién se están montando, con lo que se concluye las obras. Sin embargo cabe hacer notar que este tipo de sistemas tiene un costo elevado de mantenimiento y operación, problema que aún se acentúa más si se tiene en cuenta las precarias condiciones económicas del poblador rural promedio en el departamento de Puno el cual se tiene que hacer cargo de la administración de los servicios.

Las partes constituyentes de estos sistemas son:

- a. Captación.- De aguas del subsuelo mediante pozos excavados revestidos mediante "caissons" de 2 m de diámetro interior, 20 cm de espesor y 1.20 m de altura. El pozo de mayor profundidad (Nicasio) tiene 7 m. y el de menor (Caba - na) 4 m. Puede ser también por medio de galerías filtrantes.
- b. Tubería de impulsión.- Constituida en su totalidad por tubería de P.V.C. de diámetro 3" y 4", diámetros relativamente altos para disminuir la altura dinámica total. Las clases 105 y 150 lb/pulg 2 y C = 140 han sido utilizados en la tubería de impulsión.
- c. Almacenamiento.- Para regular las variaciones horarias de consumo y para almacenar volúmenes de reserva en caso de averías. El volumen de los reservorios es de 15 al 20% del volumen promedio anual, considerándose de 8 a 10 horas de bombeo en varios períodos. Los reservorios construidos en este tipo de sistemas son flotantes.
- d. Equipos mecánicos.- Una vez más se hace hincapié en lo limitada que es la posibilidad de la utilización de equipos mecánicos en un medio como es la comunidad rural en Puno. Existen antecedentes de otros servicios, eléctricos por ejemplo, que en numerosos distritos que aun sobrepasan los 2,000 y 3,000 habitantes se encuentran abandonados por carencia de recursos tanto financieros como de personal. Es

por eso que se recomienda mucha precaución y cautela cuando se trata de la determinación de elegir el bombeo como solución, y si no hay mas remedio que instalarlo, esta operación deberá practicarse paralela a una campaña de educación y preparación a la comunidad ya que ella misma va a operar estos equipos a travez de sus juntas administradoras de agua potable. Esto último es, a la manera de ver de el autor, una ventaja sobre los otros tipos de administración y quizás una garantía. Se calcula que el gasto de combustible es de 2.5 galones/H.P/24 horas de funcionamiento y el lubricante es el 20% del combustible.

Se adjunta un cuadro referente a los equipos de bombeo, donde se hace una relación de las características tanto de la bomba, como del motor que la acciona. Se hace notar que la energía utilizada es la energía mecánica, mediante motores a gasolina. Se desecha definitivamente los motores Diesel ya que en la comunidad rural de Puno sería inoperante la instalación de equipos complicados y de difícil reparación en caso de que se descompongan. Merece párrafo aparte la utilización de la energía eólica para accionar bombas en pequeños abastecimientos de aguas.

Utilización de la energía eólica.-

Existen innumerables bombas accionadas por molinos del tipo "Wing Charger" en pozos esparcidos en el departamento, muchos de ellos abandonados probablemente por descuido o negligencia o qui-

zás por deficiente rendimiento. El año de 1956, época de una de las más grandes sequías, se habló y recomendó por primera vez la utilización de molinos de viento. Desde ese año hasta la fecha han habido estudios al respecto, pero no se ha llegado ni siquiera a planificar la experimentación de los molinos de viento.

El estudio quizás mas completo sobre este tema es el expuesto por el ingeniero Julio Escobar Aguirre en el artículo titulado "Nuevos tipos de molinos de viento y bombas para aprovechamiento de aguas subterráneas y generación aeroeléctrica en Puno", artículo publicado por el Boletín # 3 de la Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura. En dicho artículo, el autor expone una serie de molinos de viento y diversos sistemas ampliamente detallados con estudios económicos. Es pues un estudio bastante amplio, aunque carece de un factor fundamental cual es la información de regímenes de vientos en el departamento. Como complemento pues a cualquier estudio que se haga de este tipo, es intención de esta tesis colaborar con información que pudiera ser útil por lo que se presenta un record de vientos registrados en el observatorio metereológico de la granja Salcedo, que como se sabe se considera representativo de la zona ribereña del Lago.

Finalmente se recomienda la experimentación de molinos de viento, como medios a aplicar la energía eólica en el accionar de las bombas para pequeños abastecimientos de agua por las siguientes razones:

FUERZA DEL VIENTO

1960

Fecha	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1	4	4	4	5	3	7	6	4	10	6	6	3
2	3	6	4	5	9	8	8	2	7	5	11	8
3	8	8	5	5	3	8	4	5	6	4	2	2
4	4	7	7	6	6	5	8	9	8	4	6	7
5	5	3	7	5	5	8	10	3	9	4	6	3
6	6	4	7	6	7	9	6	8	6	3	7	5
7	9	7	6	7	8	9	9	3	9	10	9	7
8	6	7	5	7	7	14	6	11	4	7	7	3
9	9	7	9	4	7	5	2	7	13	9	9	9
10	4	3	4	5	7	5	11	6	4	9	8	5
11	4	5	7	7	7	9	7	7	8	4	6	7
12	3	4	7	5	6	6	8	7	11	8	6	7
13	7	5	7	5	5	9	8	8	15	13	11	7
14	7	6	9	5	10	6	7	8	9	7	5	6
15	7	5	5	2	4	9	19	9	17	4	8	3
16	2	4	7	7	13	8	13	9	17	9	8	8
17	4	9	8	5	8	13	10	8	5	8	9	8
18	5	8	7	7	7	6	6	11	4	8	6	3
19	5	4	8	6	7	8	7	9	6	8	5	12
20	7	4	8	4	9	11	11	11	6	7	4	7
21	2	4	6	6	6	4	3	7	8	2	6	7
22	3	7	3	6	8	7	7	7	6	6	6	7
23	4	6	8	7	6	8	10	7	8	7	10	7
24	4	7	5	3	8	9	6	6	5	7	6	9
25	2	3	6	6	6	9	9	9	12	8	6	7
26	7	8	5	5	9	8	7	7	6	7	5	5
27	3	5	5	8	5	6	5	5	8	6	4	3
28	5	8	7	8	5	7	9	7	5	5	16	6
29	4		3	8	7	7	8	8	7	12	10	5
30	4		5	7	9	5	10	9	6	8	3	4
31	4		3		7		10			8		3

Metros por Segundo

1961

Fecha	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agosto.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1	5	8	3	6	4	6	8		7	9	7	7
2	5	3	6	6	6	6	9		7	7	10	6
3	7	4	4	5	7	7	3		8	8	6	10
4	2	5	3	3	9	2	3		7	10	7	3
5	7	6	4	5	4	10	5		8	7	6	6
6	5	4	5	6	9	4	6		8	9	5	5
7	5	4	6	3	5	3	6		8	9	5	7
8	7	6	6	4	7	4	8		10	7	5	11
9	7	3	4	5	2	10	8		8	8	7	5
10	6	3	5	6	9	4	7		7	9	5	8
11	6	4	6	6	4	4	7	10	6	3	6	8
12	5	5	5	5	4	4	3	11	5	9	8	2
13	6	6	5	5	4	6	7	8	9	9	8	7
14	6	4	4	6	7	6	7	9	7	8	4	5
15	6	3	8	6	2	3	6	8	8	9	4	5
16	6	7	6	3	6	3	5	9	10	7	6	5
17	5	4	3	8	3	5		6	7	6	7	7
18	6	8	4	8	6			9	7	8	5	7
19	4	3	7	4	7			6	8	8	6	4
20	4	4	7	8	2			6	7	6	2	6
21	5	5	5	5	5	9		9	8	8	5	6
22	8	4	5	5	5	8		9	8	5	6	5
23	5	6	4	4	7	5		7	9	6	7	2
24	5	3	4	7	6	6	DESCOMPUESTO	8	7	8	8	8
25	8	6	5	5	6	6		7	5	7	6	6
26	6	5	4	6	6	6		12	5	8	4	5
27	9	5	3	7	7	6		7	8	6	4	7
28	4	4	4	9	6	6		13	7	6	4	7
29	4		5	2	7	7		9	9	8	3	3
30	5		4	5	8	5		11	9	9	8	4
31	5		5		8			6		7		5

1962

Fecha	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agosto.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1	5	6		3	4	14	2	6	6	6	7	
2	6	6		3	3	6	6	11	2	4	5	
3	4	3		5	6	2	6	6	4	7	6	
4	7	5		7	5	4	6		7	9	8	
5	6	3		4	8	3	5		7	9	4	
6	4	5		5	7	6	6		5	11	4	
7	4	4		2	7	4	5		4	20	6	
8	7	5		9	6	4	5		19	3	8	
9	7	7		4	6	8	6	8	6	7	8	
10	5	4		5	7	2	5	6	8	9	5	
11	4	4	5	4	8	7	5	6	8	6	5	
12	4	3	2	6	8	5	4	2	4	10	5	
13	8	3	3	8	13	5	4	8	4	17	3	
14	4	4	2	4	11	5	3	7	4	6	7	
15	2	2	3	4	2	6	7	6	8	8	3	
16	3	3	6	5	4	5	8	8	4	5	2	
17	6	3	7	5	5	5	6	2	7	5	5	
18	5	2	6	3	4	7	9	6	5	5	8	
19	5	4	3	5	7	6	7	7	7	7	7	
20	6	2	3	9	2	16	6	5	4	9	6	
21	9	2	5	6	7	17	7	5	5	3	5	
22	8	4	5	6	6	6	4	4	6	9	8	
23	8	4	2	4	4	3	5		7	4	3	
24	7	4	4	4	4	5	6		5	4	2	
25	5	3	5	5	6	5	5	-	5	6	5	
26	4	4	6	7	5	4	8	10	4	8	10	
27	3	5	2	7	7	7	9	4	3	8	4	
28	4	4	6	7	6	5	4	6	8	6	5	
29	6		3	11	5	5	12	8	9	7	7	
30	2		5	2	3	5	4	2	13	8	8	
31	4		6		7		6	6		7		

1963

Fecha	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Jn.	Jul.	Agst.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1	4	5	3	3	4	8	4	10	2	5	3	2
2	9	3	2	3	4	7	5	6	7	8	5	2
3	4	7	8	3	5	5	9	3	7	7	5	10
4	8	10	5	4	5	5	6	3	4	5	2	3
5	5	2	4	3	3	6	2	6	4	7	6	6
6	7	2	5	4	4	3	15	5	6	6	5	2
7	3	2	3	7	5	5	5	4	6	4	12	6
8	8	1	2	3	8	4	5	5	3	7	5	3
9	6	2	3	2	4	3	8	4	4	6	5	3
10	3	7	5	6	4	3	7	5	9	6	9	1
11	3	4	5	2	4	6	7	6	6	5	7	4
12	7	4	5	2	10	7	6	5	6	4	5	8
13	7	3	4	3	5	7	6	2	5	8	7	3
14	6	3	5	8	4	7	8	8	5	2	6	2
15	2	4	4	5	5	8	6	7	6	8	7	6
16	9	4	1	3	6	5	8	5	5	6	8	4
17	4	4	3	3	4	7	3	5	3	6	2	4
18	4	3	3	4	5	5	7	6	7	7	4	5
19	4	1	3	10	6	5	7	6	6	5	3	4
20	4	2	5	2	4	3	3	3	5	5	4	5
21	3	4	5	2	6	5	2	5	5	7	4	7
22	5	2	2	3	8	5	5	7	6	3	5	3
23	5	2	2	5	0	4	6	7	6	2	2	4
24	5	6	2	5	0	4	3	8	6	8	5	3
25	5	2	0	4	8	5	5	5	5	5	8	9
26	2	4	5	5	4	5	6	8	5	8	5	1
27	4	4	2	5	5	7	2	6	7	3	11	4
28	2	5	2	5	4	4	4	6	7	3	2	5
29	4		1	5	0	2	5	5	8	5	8	5
30	10		2	4	4	4	6	6	5	6	4	5
31	5		3		5		4	7	7			5

1 9 6 4

Fecha	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agst.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1	3	5	7	4	10	13	6	5	4	10	3	9
2	9	3	4	4	3	5	3	6	4	4	4	7
3	8	5	8	3	3	7	7	5	10	8	4	6
4	4	5	3	4	11	2	2	5	5	10	6	7
5	8	1	2	7	8	17	2	7	5	4	7	6
6	2	3	3	12	3	8	6	6	12	9	11	8
7	6	3	3	14	8	5	10	8	3	15	5	5
8	3	4	4	4	7	6	3	7	6	7	14	5
9	2	6	4	4	7	6	7	7	3	4	22	8
10	10	6	3	5	7	3	6	5	11	10	6	5
11	3	8	4	7	2	6	5	7	2	5	3	6
12	4	6	4	9	7	7	4	7	7	5	15	8
13	5	3	6	2	4	4	6	5	4	12	10	4
14	4	6	3	8	6	3	9	5	3	6	3	4
15	3	3	4	3	7	5	4	10	6	22	6	9
16	5	3	1	2	6	7	7	10	11	20	26	4
17	3	2	7	5	10	8	6	8	5	11	2	7
18	6	4	3	3	3	3	6	4	5	8	3	21
19	6	5	4	6	5	4	7	4	6	10	4	7
20	5	4	6	5	4	4	4	6	6	9	8	6
21	5	3	1	7	7	5	12	5	14	5	6	4
22	4	4	4	6	4	5	2	6	7	6	8	5
23	2	3	5	7	6	3	12	8	9	4	8	4
24	5	4	4	2	8	7	4	6	6	6	8	13
25	5	5	1	5	5	6	6	4	4	8	5	24
26	3	3	7	6	3	9	8	4	7	8	6	6
27	5	3	2	5	4	5	7	6	15	8	20	12
28	5	3	3	8	3	5	8	5	7	8	9	15
29	3	8	4	5	4	4	8	7	9	7	3	15
30	3		6	5	8	5	10	8	6	6	7	6
31	5		1		6		8	9		5		7

1965

Fecha	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agst.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1	5	3	1	3	4	4	3	2	1	3	2	3
2	6	6	6	3	2	3	5	1	4	4	1	2
3	5	6	3	3	4	2	2	4	2	4	5	2
4	7	1	3	3	2	3	3	4	2	2	1	4
5	4	5	4	3	1	3	2	4	2	1	2	2
6	5	4	2	3	4	3	6	5	4	1	4	2
7	6	4	2	3	4	3	3	1	5	2	6	1
8	4	2	3	2	2	1	5	1	2	4	4	3
9	8	2	4	5	5	1	5	4	4	5	2	2
10	4	6	2	4	2	3	3	2	3	4	2	1
11	4	3	2	2	3	3	1	5	4	5	2	3
12	5	2	4	3	2	5	2	2	3	8	4	3
13	4	3	3	3	5	2	5	4	3	2	1	8
14	7	2	2	3	2	6	2	1	2	3	2	2
15	4	4	3	2	3	1	1	3	3	5	3	3
16	7	5	2	3	4	3	3	4	7	2	2	2
17	3	2	3	3	3	3	3	2	4	2	1	2
18	7	2	3	4	3	3	4	4	4	1	2	3
19	4	4	2	3	1	4	1	5	2	3	2	5
20	7	3	2	2	2	6	2	4	4	2	2	3
21	6	1	3	2	3	4	3	2	2	3	3	2
22	6	2	3	3	3	3	2	2	4	2	5	1
23	6	1	2	3	4	4	2	3	3	2	1	2
24	6	2	4	2	3	3	2	1	1	3	2	3
25	7	1	2	3	2	4	1	3	2	1	2	3
26	12	2	3	2	1	4	3	4	4	3	2	2
27	20	3	3	4	3	3	4	3	2	1	1	5
28	9	1	4	4	2	3	5	2	3	2	2	1
29	4		3	2	2	2	3	2	9	3	2	4
30	4		2	2	2	4	2	1	2	3	2	2
31	4		3		2		3	1		3		2

1 9 6 6

Fecha	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Octu.
1	2	3	3	2	2	4	2	4	4	2
2	1	2	2	1	1	4	1	11	2	1
3	2	2	3	2	1	4	3	10	2	2
4	2	4	3	0	2	3	3	7	2	3
5	2	4	1	2	5	3	1	2	3	3
6	4	9	2	3	2	1	3	2	2	3
7	2	2	2	2	3	1	2	4	3	2
8	3	4	3	4	5	2	3	6	2	3
9	2	3	3	4	2	1	1	6	2	5
10	5	8	3	4	3	3	2	6	3	5
11	2	1	3	4	5	2	1	3	3	3
12	3	3	4	3	2	1	1	2	3	2
13	7	5	6	2	2	1	2	1	3	2
14	1	2	4	2	4	4	2	2	3	4
15	2	5	2	2	2	3	1	2	3	2
16	3	2	2	2	1	4	1	4	3	3
17	6	4	1	3	2	3	2	4	2	2
18	5	1	2	2	1	2	2	3	2	2
19	4	2	0	3	2	2	4	3	7	4
20	3	2	0	2	2	2	4	4	2	4
21	2	1	0	3	3	1	4	5	3	3
22	2	3	4	3	1	3	3	2	3	3
23	1	4	2	5	2	4	2	4	2	4
24	2	1	1	2	4	2	2	3	4	2
25	3	3	2	2	3	1	6	7	3	3
26	4	1	3	3	4	3	4	3	2	2
27	3	3	4	4	1	6	3	3	4	2
28	3	1	0	1	2	3	8	4	5	1
29	3		3	3	10	10	7	1	2	2
30	3		0	3	3	1	7	5	3	3
31	2		7		1		1	8		3

- 1.- No consume combustible
- 2.- Consume lubricante infimamente
- 3.- No necesita mano de obra especializada
- 4.- No necesita operador
- 5.- Tiene costo de instalación mas no de mantenimiento
- 6.- Tiene vida indefinida
- 7.- Diseñado para la altura de uso no pierde potencia
- 8.- Su fabricación puede ser barata y local.

Partes de una obra de agua potable rural común en todos los tipos de sistemas.- Son la red de distribución y la desinfección.

1.- Red de distribución.-

Diseñadas para satisfacer el "máximo maximorum" de gasto.

El material empleado es la tubería de P.V.C., clase 105 y C = 150 los diámetros usados son de 2", 3" y 4". Están provistas las redes de válvulas que permitan aislar tramos de aproximadamente 300 m. Se ha tratado en lo posible de eliminar las piletas públicas para de esta forma propender a un mayor número de conexiones domiciliarias.

2.- Desinfección.-

Inicialmente se proyectó la desinfección mediante un hipoclorinador de goteo cuyo diseño se presentó en Colombia durante un Congreso de Ingeniería Sanitaria por el Ingeniero Bonilla. Posteriormente, considerando que en abastecimientos de agua del medio rural a gravedad, no se dispone de una persona que

vigile la permanente desinfección, dando lugar a la discontinuidad de la operación, teniendo en cuenta además que el dispositivo dosador tiene tendencia a destruirse por la carbonatación y por la reducida sección del orificio de descarga, ocasionando la irregularidad del gasto o su interrupción, se pensó en otro tipo de clorinador y actualmente se está experimentando en obras (en el laboratorio ya se experimentó con resultados satisfactorios) el dosador de "Flujo Difusión Automático", presentado por el Ingeniero Carlos Ruiz Altuna al X Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria en el Salvador en diciembre del 1966. Este dosador está conformado por varias de las llamadas unidades de cloración, en número que está en relación con el gasto de agua por desinfectar. Cada unidad de cloración está constituida por un recipiente circular, de altura constante de diferentes diámetros con el fondo perforado cubierto con una malla de plástico para detener inicialmente la carga de hipoclorito en pasta. En el centro lleva un tubo que permite el flujo vertical de la solución concentrada de hipoclorito y el peso de una varilla que sirve para el acoplamiento de varias unidades que se colocan unas encima de otras en columna. Cada unidad de cloración está cubierta por la inmediata superior. El dosador está instalado en el reservorio colgado de la loza de cubierta y se calcula que su duración sea de 25 días entregando una concentración de 0.5 a 2 ppm.

EQUIPOS DE BOMBEO

<u>B O M B A</u>	POZOS PROFUNDOS		CENTRIFUGAS
	COJATA	CABANA	V. CHICO
Marca	Worthington	-	Berkeley
Modelo	U H F - 6 L G	-	22 R - 2 D
Gasto	4 lt/seg	3 lt/seg	3 lt/seg
A lt dim.Total	70 m	100 mts	65 m
Potencia	6 HP		5 HP
Eficiencia	71 %	71%	54%
Cardam: Modelo	WATSON NL27		
Tamaño	36"		
Cabezal descarga	N - 1204		
engranaje	R P M		
modelo	U S Motor# GP 21		
relación	1 : 1		
Columna eje funda	17		
LARGO			
diametro	4" - 3/4"-1 1/4"		
Tubo succión	10' x 2 1/2"		
Impulsores	11	14	2
Canastilla	4"	4"	
Costo	38,243.90	40,338.20	20,000.00
<u>M O T O R</u>			
Marca	KOHLER		WISCONSIN
Modelo	K - 662 - C		T H D U
R P M	2,000		2,100
Potencia	12.6 HP nm.		10.88 HP nm.
# de cilindros	2		2
A lt. S N M.-	4,400 m.		3,900
Costo	24,666.65	14,866.65	29,284

Conexiones domiciliarias.-

55.

Una de las metas del Plan Nacional de Agua Potable Rural es levantar el nivel social del poblador rural. La instalación de su ministro de agua potable en su misma vivienda mediante una conexión domiciliaria es uno de los medios para lograr tal fin.

Por tal motivo se ha tenido especial cuidado en propender a incrementar el número de dichas conexiones, para lo cual se destinó a un inspector de saneamiento, con el fin de que centralice todo lo relativo a este punto, desarrollando para ello campaña de promoción de comunidades.

Los diseños adjuntos corresponden a las conexiones típicas, realizadas en el departamento de Puno. El costo de instalaciones incluido el transporte y mano de obra y materiales oscila entre S/. 350 a S/. 450. Mediante la formación de un fondo rotatorio, es posible financiar un stock de materiales los cuales se dá al solicitante inclusive con facilidades de pago.

Pruebas hidráulicas.-

a. Estructuras de almacenamiento de agua.-

Tales como reservorio, sedimentador, etc., La prueba consiste en llenar lentamente el depósito observando atentamente las fugas existentes, debido a porosidad, juntas de construcción etc. La prueba dura 24 horas.

b. Tuberías.-

La prueba consiste en aplicar a la tubería una presión inter-

na de 150 lb/pulg 2 durante un tiempo de 60 minutos, en tra -
mos no mayores de 300 m. repitiéndose las veces que sea nece-
sario.

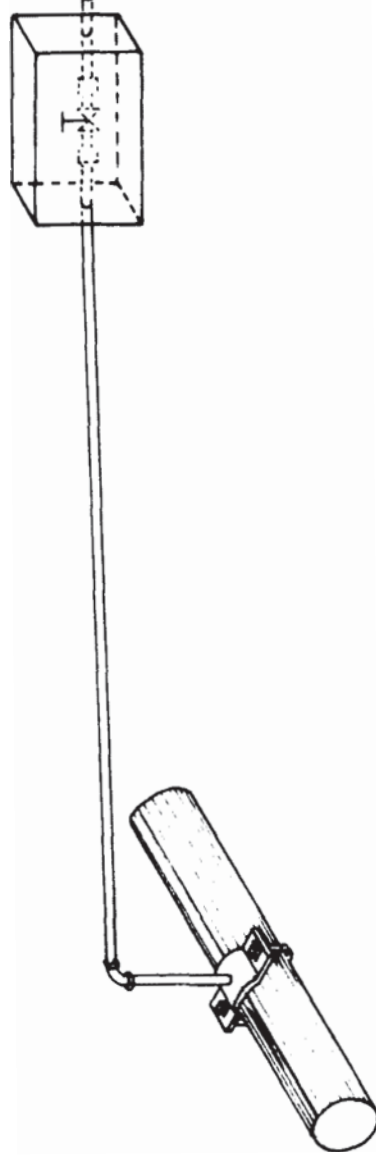
Desinfección de pozos y cisternas y reservorios.-

Se ha usado compuestos de cloro para tal fin, los cuales
dan una concentración de cloro disponible generalmente del 70%.
La siguiente tabla indica la cantidad necesaria de desinfectante
para preparar la solución requerida.

Volúmen de agua (lts.)	Desinfectante al 70% (grs)	Vol.de agua a u- sarse en la pre- paración de la solución (lts.)
200	15	20
400	30	20
800	60	20
1200	90	20
1600	120	20
2000	150	20
4000	300	40
8000	600	60
12000	900	80

PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL

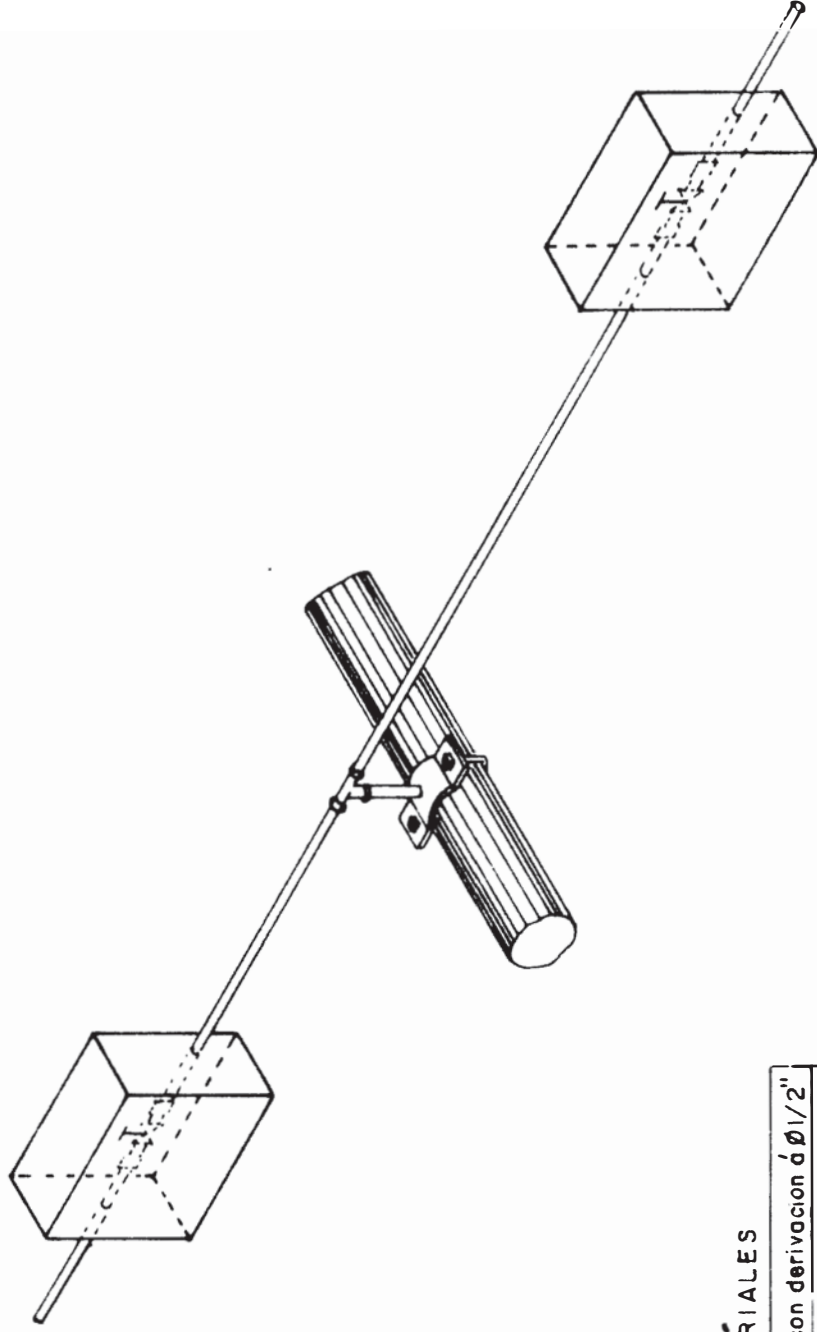
CONEXION DOMICILIARIA SIMPLE



Cantid	MATERIALES
1	ABRAZADERA \emptyset con derivacion $\emptyset 1/2$
1	CODO $\emptyset 1/2$ " PVC.
2	UNION ROSCA $\sim \emptyset 1/2$ "
1	LLAVE COMPUERTA N° 300
1	CAJA CHICA DE CONCRETO
	TUBERIA $\emptyset 1/2$ " PVC

PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL
CONEXION DOMICILIARIA MULTIPLE

CASO "1"



MATERIALES	
1	ABRAZADERA Ø con derivacion d Ø 1/2"
1	TEE Ø 1/2 " PVC
4	UNIONES ROSCA Ø 1/2 "
2	LLAVES COMPUERTA Ø 1/2 " N° 300
2	CAJAS CHICAS DE CONCRETO
	TUBERIA Ø 1/2 " PVC

CUADRO COMPARATIVO DE TIPOS DE SISTEMAS

	CAPTACION	L. DE CONDUCCION	POTABILIZACION	REGULACION
1.- Sist. por Gravedad Aguas del Subsuelo	-Manantial -Galerias filtrantes	Tuberfa	Desinfección	25 a 30% de volumen diario
2.- Sist. por Gravedad Aguas superficiales	Bocatanas Derivaciones	Canal abierto y Tuberfa	Sedimentación Filtración Desinfección	25 a 30% de volumen diario
3.- Sist. por Bombeo	Por excavados Galerias filtrantes	Tuberfa de impulsión	Desinfección	15 a 20% Volumen diario

Partes comunes; Red de distribución.-

Costo.- De las obras instaladas y de los probables costos del mantenimiento de bombeo se obtiene los siguientes costos por metro cúbico de agua potable:

1.-	Sistema por gravedad de aguas subterráneas	S/. 0.02 x m ³
2.-	" " " " " superficiales	" 0.54 x m ³
3.-	" " Bombeo " "	" 0.90 x m ³

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- 1.- La gran diferencia existente entre los costos por metro cúbico de sistemas por bombeo y sistemas por gravedad, reafirma la aseveración de hacer estudios cada vez mas exhaustivos para tratar en lo posible de evitar los sistemas con bombeo.

- 2.- Establecer, cuando la situación lo permita un tipo de sistema mixto, para el caso de que existiendo una fuente para abastecer aguas por gravedad, no tenga el gasto suficiente o este tenga variaciones estacionales. En tal caso sólo se utilizará bombeo para absorber el déficit de la fuente en referencia. Los costos de combustible se reducirán notablemente.
- 3.- Estudiar las posibilidades de aprovechar la energía eólica como energía que acciona los equipos de bombeo.

REFERENCIAS:

- "Water Supply and Sewage".- Steel
- "Normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable". Servicio Especial de Salud Pública.
- "Aguas de riego".- Boletín # 3 Volumen # 1 de la Dirección de Aguas de Riego del Ministerio de Agricultura.
- "Hipoclorinador de Flujo-Difusión automático" Ing° Carlos Ruiz Altuna.

CAPITULO VOPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SERVICIOParticipación de la comunidad y de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental.-

Como se ha dicho en anteriores capítulos, la comunidad misma es la encargada directa de la administración de su servicio de agua potable con la supervisión de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud.

Esta forma de administración, ha dado excelentes resultados en el departamento ya que absolutamente todas las juntas administradoras, al finalizar el año de 1966 se encuentran estabilizadas, cobrando tarifas y en perfecto estado de funcionamiento.

Sin embargo de acuerdo a las funciones de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental esta está encargada de la supervisión, de la operación y mantenimiento de los servicios instalados, para ello la oficina de comunidades tiene el catastro de todos los sistemas instalados, efectúa constantes evaluaciones del estado de operación y mantenimiento de estos servicios mediante inspecciones periódicas de los sistemas. Resumiendo, se concluye que el procedimiento para cumplir las funciones de operación, y mantenimiento está sujeto a los principios generales siguientes:

- a. Las Juntas Administradoras de Agua Potable son los organismos representativos de la comunidad, encargados de la operación, mantenimiento y administración de los servicios instalados.

b. La Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud de Puno, tiene a su cargo la supervigilancia y control de estas juntas, así mismo leproporciona ayuda técnica y asesoría necesaria para el desempeño de sus funciones.

Juntas Administradoras.-

Para los fines de auto-administración del agua potable, se tuvo que organizar la comunidad de tal manera que dicha auto-administración resultara práctica. La solución adoptada, ha sido inducir a la formación, mediante asamblea pública de una junta de 3 miembros, sobre los cuales recayera la responsabilidad del mantenimiento y operación del Servicio. Este grupo de personas constituye la Junta Administradora del Servicio de Agua Potable.

Creación y finalidad.-

Con el nombre de Junta Administradora se constituye una persona jurídica con derecho público interno, creada en las localidades beneficiadas con el Plan Nacional de Agua potable Rural, con el fin de atender la conservación, operación, mantenimiento, y explotación de los servicios de Agua Potable dela localidad.

Organización.-

La Junta Administradora está constituída por la Asamblea de miembros, el Directorio que la representa y el delegado de la entidad financiadora del Servicio de Agua Potable "SESP".

Miembros.-

61.

Son miembros de la Junta Administradora todos los pobladores jefes de familia, que hayan contribuido a la ejecución de las obras de agua potable y que posean uno o mas certificados que lo acrediten, emitidos por el Comité Pro-Agua Potable.

El Directorio.-

El Directorio que representa la asamblea está constituido por:

- Un Presidente
- Un Tesorero
- Un Secretario

Uno de los miembros es nato y será el Alcalde de la localidad o su representante, los otros dos serán elegidos en asamblea de miembros en elecciones a llevarse a cabo cada dos años.

Realizadas las elecciones, las personas elegidas acordarán la distribución de cargos.

El Delegado es el representante de la entidad financiadora y tiene funciones fiscalizantes.

Atribuciones y obligaciones.-

a. Los miembros

1. Son atribuciones:

- Elegir y ser elegidos
- Derecho a uso del agua potable
- Derecho a voz y voto en asamblea

- Solicitar la reunión de la asamblea

2. Son obligaciones:

- Velar por la conservación de las instalaciones
- Pagar las cuotas que se acuerde en la asamblea

b. El Directorio

1. Son atribuciones:

- Preparar el presupuesto administrativo de inversiones para el año y someterlo a la aprobación del delegado del SESP.
- Adquirir los materiales y equipo que fueran necesarios para la buena marcha y administración del servicio.
- Efectuar los pagos de los gastos realizados por el Servicio de Agua Potable.
- Recaudar los fondos por concepto de prestación de servicios y manejar los ingresos de la Junta.
- Representar a la Junta Administradora del Servicio de Agua Potable.
- Solicitar la ayuda Técnica del Area en caso que fuera necesario.
- ~~Empezar~~ el reembolso mensual acordado en la cuenta del SESP que para ese efecto se abrirá en un Banco local.

Atribuciones y obligaciones del Directorio.-

a. El Presidente:

- Representa al Directorio
- Dirige la Asamblea

- Convoca a la Asamblea
- Autoriza los gastos a efectuarse y adquisiciones que se realizan.
- Dirige, controla la buena administración del servicio

b. El Secretario:

- Reemplaza al Presidente en su ausencia
- Lleva el libro de actas de la Junta
- Lleva la correspondencia de la Junta Administradora

c. El Tesorero:

- Organiza la parte contable
- Lleva el libro de caja
- Mancomunadamente con el Presidente autoriza los pagos y adquisiciones de la Junta.
- Lleva el inventario de los bienes de la Junta.

Funciones del Delegado del Servicio Especial de Salud Pública.-

- Revisa las cuentas de la Junta semestralmente
- Vela por la buena marcha de la Junta Administradora
- Asesora al Directorio de la Junta Administradora en la solución de los problemas que se presenten a esta.

Cada 2 años, en el mes de enero se realizan las elecciones, para renovar los cargos del Directorio. Para tal efecto, cada miembro de la Asamblea emite su voto.

Vaca el cargo del miembro elegido por renuncia, muerte, o ausencia notoria del titular, por tener juicio con la sociedad, o por

falta grave debidamente comprobada. En caso de vacancia de cargo, se convocará a asamblea pública, en un plazo máximo de 15 días, para reemplazarlo. El miembro reemplazante completa el periodo del anterior.

Las decisiones del Directorio se toman por mayoría.

Recursos y régimen patrimonial.-

Son recursos de la Junta:

- a. El producto de la recaudación de las tarifas de agua potable a probadas.
- b. Las sumas de dinero que las Instituciones o personas públicas o privadas dediquen o hayan dedicado para la ejecución de obras de agua potable.
- c. El producto libre de los trabajos o servicio prestado.
- d. Las donaciones, legados y el importe de las sanciones y recargos que puedan aplicarse.

Por ningún motivo la Junta podrá dedicar los fondos de que disponga a obras que no sean las del Agua Potable.

Implementos suministrados por el Plan Nacional de Agua Potable Rural a cada Junta Administradora.-

Se provee a cada Junta Administradora de los siguientes implementos:

- Un número de metros de tubería, y de cada diámetro así como pegamentos y útiles para hacer arreglos en posibles roturas de tu

berías.

- Útiles y herramientas para el manipuleo de válvulas tales como tridentes, llaves Stilson, etc.
- Formularios para llevar la contabilidad y la documentación respectiva.

Supervisión de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental.-

Esta labor es realizada a través de la oficina de comunidades la que para el efecto cuenta con un vehículo que permite hacer inspecciones a cada pueblo cada mes o cada dos meses, según la accesibilidad.

La supervisión en sí se refiere a:

- Parte administrativa
- Parte técnica

En la parte administrativa verifica el estado de pago de tarifas, solicitudes de conexiones domiciliarias, desenvolvimiento regular de cada uno de los miembros de la junta administradora. Se adjunta formularios usados para tal fin.

La parte técnica está destinada a verificar el buen funcionamiento y la continuidad del sistema. Esta labor se refiere a asesoramiento del inspector de saneamiento encargado, el cual sólo se limita a hacer indicaciones y si es posible coordinar algún viaje a fin de facilitar movilidad a la junta administradora.

Actualmente se está encaminando a eliminar completamente la ingerencia de la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental en las

PLAN NACIONAL AGUA POTABLE RURAL

Departamento de _____

Junta Administradora del Servicio de Agua Potable de _____

RESUMEN MENSUAL DE INGRESOS Y EGRESOS

Mes de _____

I. INGRESOS :

- | | | |
|-----------------------------|-----|-------|
| 1. PILETAS | S/. | _____ |
| 2. CONEXIONES DOMICILIARIAS | S/. | _____ |
| 3. DERECHOS DE CONEXION | S/. | _____ |
| 4. TARIFAS ESPECIALES | S/. | _____ |
| 5. INFRACCIONES | S/. | _____ |
| 6. OTROS INGRESOS | S/. | _____ |

TOTAL INGRESOS : S/ _____

II. EGRESOS :

- | | | |
|------------------------------|-----|-------|
| 1. PAGO ADMINISTRADOR | S/. | _____ |
| 2. PAGO PRODUCTOS QUIMICOS | S/. | _____ |
| 3. REPARACIONES | S/. | _____ |
| 4. PAGO DE REEMBOLSO AL SESP | S/. | _____ |
| 5. OTROS PAGOS | S/. | _____ |

TOTAL EGRESOS S/ _____

Saldo a favor ó en contra del Servicio. S/ _____

Saldo anterior S/ _____

SALDO TOTAL : S/ _____

V° B° PRESIDENTE

ADMINISTRADOR

V° B° TESORERO

FECHA : _____

comunidades, debido a que el número creciente de obras a supervisarse restringen cada vez más las posibilidades de aquella para llevar a cabo dichas labores por razones obvias.

T A R I F A S

Deducción de Tarifas.- (Estudio realizado por el Ing° Enrique Flores R.)

Datos : P = Población

C = Costo de la Obra

Incógnita x = Tarifa a pagarse por pileta pública

Deducción.-

1.- Caso de Sistemas con Manantial y por gravedad.-

Para los cálculos se considera que al iniciarse el funcionamiento del sistema (1° año) hay aproximadamente un 20% de conexiones domiciliarias, de tal manera que la cifra equivalente (como si todas se abastecieran por pileta) de consumidores sería:

$$\text{N° de consumidores: } 0.8 \frac{P}{5} + 0.2 \frac{P}{5} \times 2.5$$

Se considera que cada familia está formada por 5 personas que ocupan el mismo predio.

De tal manera que la tarifa será:

$$x' = \frac{\text{Recaudo (100\%)}}{0.8 \frac{P}{5} + 0.2 \frac{P}{5} \times 2.5}$$

Pero considerando que s6lamente se recaudar6 el 80% de la poblaci6n, para su tarifa correspondiente ser6:

$$x = \frac{\text{Recaudo (R)}}{(0.8 P/5 + 0.2 \frac{P}{5} x 2.5) 0.8} = \frac{4 R}{1.04 P}$$

Por otra parte el recaudo debe ser cubierto por:

- a. mantenimiento
- b. administraci6n y operaci6n
- c. ampliaci6n y mejoras
- d. fondo de formaci6n de capital

Analizando:

Mantenimiento = Volumen consumido al mes x costo de Mantenimiento/ m³

$$= (0.8 P x 40 + 0.2P x 100) x 30 x \text{costo de mant/m}^3 \text{ (m)}$$

$$= (32 P + 20 P) 30 x \text{ (m)}$$

$$= 1.56 \text{ (m)}$$

Por otro lado la experiencia demuestra que (aproximadamente) los gastos de mantenimiento en este tipo de sistemas es:

S/. 50.00 por cada 2,000 m³ para Desinfecci6n y Limpieza.

Entonces el costo por m³ es:

$$m = \frac{50}{2,000} = \frac{1}{40} \text{ S/. m}^3$$

Luego los gastos de mantenimiento ser6n:

$$= 1.56 P x \frac{1}{40} = 0.039 P$$

Administración.-

De acuerdo a gastos reales hechos por algunas administraciones se sabe que estas son del orden del 30% del Recaudo teórico mensual.

$$\text{Adm. y Operación} = 0.3 R$$

Por otra parte, los gastos correspondientes a ampliación y mejoras han sido estimados en S/. 100.00 para cada S/. 300,000.00 de costo de obra, o lo que es lo mismo

$$\text{Ampliación y mejoras} = C \times \frac{100}{300,000} = \frac{C}{3,000}$$

Por último la cantidad asignada al Fondo de Formación de Capital en este tipo de sistemas es de origen del 45% del recaudo mensual teórico, o sea.

$$\text{Fondo de Formación de capital} = 0.45 \times R$$

Reemplazando:

$$R = 0.039 P + 0.3 R + \frac{C}{3,000} + 0.45 R$$

$$R = \frac{117 P + C}{750}$$

Luego la tarifa será:

$$X = \frac{4 \left(\frac{117 P + C}{750} \right)}{104 P} =$$

$$X = \frac{468 P - 4 C}{780 P}$$

Recomendaciones.-

En caso de abastecimientos por bombeo o con plantas de tratamiento, será un adicional al recaudo, en él se recomienda disminuir un tanto el porcentaje de fondo de Formación de Capital.

1.- En el caso que haya dos pueblos próximos lo suficientemente, se recomienda hacer un solo estudio de tarifas en ambos pueblos, analizando convenientemente los recaudos. Esta medida se pone a consideración ya que la experiencia nos ha demostrado que trae gran impacto psicológico el hecho de que bajo un mismo programa se instalen servicios cuyas tarifas van a diferir. La medida es tomada para asegurar el éxito de las cobranzas.

2.- Al finalizar la construcción de las obras tratar de instalar inmediatamente la mayor cantidad de conexiones domiciliarias, para incrementar el recaudo de tarifas.

Conclusiones.-

El procedimiento resultó ser teórico porque en la práctica, pese a haber hecho dicho estudio para cada pueblo, y en la realidad se ha fijado tarifas mucho mas reducidas con el objeto de tener un fondo de formación de capitales. En los cuadros correspondientes se expone las tarifas de cada uno de los pueblos concluidos y en funcionamiento. Sin embargo se sugiere encaminar la determinación de tarifas hacia los valores hallados por el procedimiento expuesto.

Servicios de Agua Potable en funcionamiento, establecido por la Oficina Técnica de Saneamiento Ambiental del Area de Salud de Puno.

En general el resultado de las obras de la primera etapa del Plan Nacional de Agua Potable Rural en Puno se considera un éxito ya que se lograron concluir y poner en funcionamiento todas las obras programadas. Las dificultades que se tuvo que afrontar para lograr la conclusión de las obras fueron múltiples, los recursos tanto materiales como humanos escasos, los pueblos aislados con respecto a la capital del departamento, y esta con respecto al resto del Perú. Las comunidades antes acostumbradas a esperar todo del Supremo Gobierno o de la Providencia sin mover ellos un alfiler, se mostraban reacios a brindar colaboración, problema que se asentaba debido a las interferencias de politiqueros que para lograr votos peroraban la supuesta consecución de "presupuesto completo" para obras entre las cuales estaba el Agua Potable.

Ante trabas como las que se acaban de señalar, hubo de depurar al máximo la organización, lo cual se pudo lograr no sin grandes esfuerzos. Al final, el funcionamiento de las juntas administradoras ha sido la coronación y el cierre de las obras. Es por esto que se considera su funcionamiento como el termómetro y la consecuencia lógica de la labor cumplida. En efecto, si las juntas administradoras funcionan, la lógica nos indica que las obras también funcionan. Se incluye por esta razón algunos cuadros y diagramas que por si solo son suficientemente elocuentes, por lo que huelgan los comentarios.

PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL
 DEPARTAMENTO DE PUNO
 OBRAS REALIZADAS
 1964 - 1966



LEYENDA

- OBRAS TERMINADAS
- FALTA INSTALACION DE EQUIPO BOMBEO

LOCALIDAD	Meta final del aporte S/.	Efectivo	Material	M. de O.	Leyes Sociales	TOTAL	% cubierto de la meta
1.- MOHO	39,858.46	25,721.90	500.00	43,000.00	25,933.39	95,155.20	238.7
2.- CONIMA	30,983.82	8,000.00	500.00	38,000.00	22,917.80	69,417.80	224.0
3.- LIMBARI	18,834.47	2,750.00	500.00	2,500.00	1,507.75	7,257.75	38.5
4.- PATAMBUCO	25,134.75	4,000.00	1,500.00	10,000.00	6,031.00	21,531.00	85.7
5.- CUYO CUYO	25,434.21	5,200.00	1,500.00	12,000.00	7,237.20	25,937.20	102.0
6.- CRUCERO	45,367.85	11,175.00	500.00	42,000.00	25,330.20	79,005.20	174.1
7.- CHUGUITO	36,838.30	17,750.00	500.00	27,500.00	17,606.50	63,356.50	172.0
8.- MUÑANI	58,935.51	15,000.00	500.00	19,000.00	12,030.80	46,530.80	79.0
9.- MAÑAZO	55,936.51	15,760.00	500.00	43,500.00	28,154.80	87,914.80	157.2
10.- SAN JOSE	28,925.60	5,000.00	500.00	40,000.00	24,287.40	69,787.40	241.3
11.- ORURILLO	27,683.23	10,000.00	500.00	33,000.00	20,555.00	64,055.90	231.4
12.- MACARI	33,649.29	5,000.00	500.00	33,000.00	20,555.00	59,055.90	175.5
13.- PUCARA	32,475.03	10,000.00	500.00	38,500.00	23,505.30	72,505.30	223.3
14.- LARQUERI	62,591.74	10,000.00	500.00	41,800.00	28,624.64	80,924.64	129.3
15.- COJATA	36,935.70	10,000.00	2,000.00	17,500.00	11,984.00	41,484.00	112.3
16.- CALAPUJA	56,984.01	3,000.00	1,500.00	41,000.00	28,076.80	73,574.80	129.1
17.- ESTACION DE PUCARA	45,180.06	7,000.00	500.00	27,000.00	18,489.60	52,989.60	117.3
18.- VILQUECHICO	31,744.90	10,000.00	750.00	18,000.00	12,326.40	41,076.40	129.4
19.- ASILLO	80,825.67	10,000.00	2,000.00	55,500.00	38,006.40	105,506.40	130.5
20.- USICAYOS	35,033.89	6,000.00	500.00	35,000.00	23,968.00	65,468.00	186.9
21.- OLLACHEA	31,793.82	6,000.00	500.00	30,000.00	20,544.00	57,044.00	179.4
22.- AYAPATA	24,242.37	10,000.00	500.00	24,000.00	16,983.04	52,283.04	215.7
23.- CABANA	30,054.51	2,500.00	- -	16,500.00	11,299.20	30,299.20	100.8
24.- CHUPA	27,222.51	2,000.00	- -	14,000.00	9,587.20	25,587.20	94.0
25.- NICASIO	26,634.98	5,000.00	- -	8,000.00	5,478.40	18,478.40	69.4
T O T A L E S :	949,301.54	216,856.90	17,250.00	711,100.00	461,021.53	1,140,628.43	148.1

JUNTAS ADMINISTRADORAS EN FUNCIONAMIENTO

Resultados a: DICIEMBRE DE 1966

LOCALIDAD	Tiempo de Funcionamiento	N° DE SUSCRIPTORES				TARIFAS	
		Piletas		Conexiones		Pileta	Conexión
		No.	%	No.	%		
Crucero	10 meses	170	100.0			2.00	
Patambuco	10 meses	96	100.0			2.00	
Guyo Guyo	10 meses	209	100.0			2.00	
Limbani	10 meses	78	100.0			2.00	
Genima	12 "	81	100.0			2.00	
Mehe	12 "	252	88.1	34	11.9	2.00	12.00
Chucuito	6 "	163	94.8	9	5.2	2.00	12.00
Mañazo	6 "	159	96.4	6	3.6	2.00	12.00
Orurillo	6 "	95	97.9	2	2.1	2.00	12.00
San José	6 "	96	100.0	-	-	0.50	6.00
Macari	6 "	155	88.1	21	11.9	2.00	12.00
Laraqueri	6 "	138	90.8	14	9.2	2.00	12.00
Pucará	6 "	91	100.0	0	0	1.00	6.00
Asillo	2 "	168	97.7	4	2.3	2.00	12.00
Ollachea	2 "	68	100.0	-	0	2.00	6.00

JUNTAS ADMINISTRADORAS POR TIPO DE SISTEMA

LOCALIDAD	P O B L A C I O N			Consumo Mensual En M3.	Recaudo Teórico Promedio S/.
	Total	Servida	%		
<u>PLANTA DE TRATAMIENTO</u>					
PATAMBUCO	480	480	100.0	576	192.00
CUYO CUYO	1,045	1,045	100.0	1,254	418.00
<u>GALAPUJA</u>					
<u>GRAVEDAD MANANTIAL</u>					
CRUCERO	850	850	100.0	1,020	340.00
LIMBANI	904	390	43.1	468	156.00
CONIMA	490	405	82.6	486	169.00
MOHO	1,738	1,430	82.3	2,022	794.00
CHUCUITO	860	860	100.0	1,113	398.00
MAÑAZO	921	825	89.6	1,044	390.00
ORURILLO	800	485	60.6	600	214.00
SAN JOSE	515	480	93.2	576	48.00
LARAQUERI	1,392	760	54.6	1,038	432.00
OLLACHEA	1,065	340	31.9	408	136.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- Referentes al Desarrollo del Plan en el Departamento.-

1.- Aporte de comunidades.-

- a. La forma de llevar a cabo una obra con la ayuda de la comunidad, sólo dá resultados cuando se ha desplegado una motivación desde antes de iniciarla obra, la cual sigue mientras dure su ejecución.
- b. El aporte de la comunidad está de acuerdo a la curva de entusiasmo de la misma, el cual inicialmente es generalmente grande y paulatinamente va decayendo y cuando sucede que progresivamente esta curva comienza a bajar, se ha observado que es muy difícil volver a subirla.
- c. La mejor forma de hacer promoción y motivar a la comunidad es mediante proyección de películas.
- d. La comunidad que no quiere colaborar con la ejecución de obras debe ser cambiada por otra.

2.- Programación.-

- a. Es una utopía ejecutar obras de agua potable rural en el Departamento de Puno durante la época de lluvias. Los gastos generales se difusan enormemente con respecto al avance, lo cual no cumple con los fines de ahorro para beneficio de mayor número de pueblos.

- b. Es imprescindible hacer un estudio preliminar en la población a beneficiarse para tener en cuenta las fiestas y fechas en que el medio rural abandona por completo en el lapso de aproximadamente 15 días toda actividad de trabajo.
- c. Es importante tener en cuenta el factor acceso para hacer una programación.

3.- Ejecución de obras.-

- a. Es imprescindible la existencia de un Almacén General a nivel de Área.
- b. Es importante contar con un maestro general de obras.
- c. Se recomienda establecer equipos de obreros especializados que se movilicen de obra a obra para facilitar la simultaneidad.
- d. La experiencia ha demostrado que la inversión de unos jornales más en la contratación de personal tal como almaceneros, auxiliares inclusive a nivel de obras, se justifica plenamente puesto que se obtienen considerables ahorros y los avances de obra se desenvuelven en forma deseable.

4.- Organización:-

- a. Es imprescindible contar con el concurso de un administrador, el cual se dedique única y exclusivamente a labores del Plan Nacional de Agua Potable Rural, remunerándosele si es preciso, ya sea con salario fijo con con bonificación si es que pertenece a otro programa de Salud Pública.
- b. Es preciso desterrar el concepto de falso ahorro al pensar que la no contratación de personal limite los gastos. Se ha comprobado que si bien se economiza salarios, se pierde por otras salidas cantidades mayores de las que se ha ahorrado.
- c. Es preciso contar con un educador de Salud Pública que se dedique exclusivamente a labores del Plan.

5.- Personal.-

- a. Se requiere equipo mínimo, personal para los ingenieros, inspectores y choferes, equipo que estaría formado por bolsas de dormir, catres de campaña y además colocar calefacción a las unidades de que se dispone.
- b. Organizar ciclos y cursillos de adiestramiento periódico para el Plan Nacional de Agua Potable Rural.

OBRAS REALIZADAS.-

Se ha concluido 22 obras en la primera etapa, y 4 obras están por concluirse quedando tan solo el equipo de bombeo para instalarse. Indudablemente el beneficio proporcionado a las comunidades beneficiadas es inmenso, aunque desgraciadamente todavía no se tiene datos ya que los servicios son de reciente instalación, pero se augura excelentes resultados especialmente en las zonas en que hay enfermedades de origen hídrico, por ejemplo la zona de cabecera de montaña en que sus habitantes están minados por la parasitosis.

Siguiente etapa de obras.-

Los siguientes son los pueblos a beneficiarse mediante el Plan Nacional de Agua Potable Rural en su segunda etapa.

- Provincia de Melgar:

Antauta, Llally y Umachiri

- Provincia de Azángaro:

Tirapata y Arapa

- Provincia de San Román:

Caracoto

- Provincia de Puno .

Tiquillaca y Platería

S E G U N D A P A R T EFUENTES DE AGUAANTECEDENTES.-

Las fuentes de agua para los abastecimientos son como se ha dicho anteriormente la parte de la obra que requiere más atenciones puesto que es la base para un proyecto. En el departamento de Puno el estudio de fuentes es generalmente un problema neurálgico ya que se carece de la suficiente información respectiva. Los escasos datos que existen están dispersos complicando su consecución. Es así cómo innumerables proyectos tuvieron que rehacerse debido a este problema ya que fuentes estudiadas, en una determinada época rendían suficiente cantidad de agua mientras que en otras tenían que ser desechadas por insuficientes, y no precisamente por variaciones estacionales de precipitaciones.

Propósitos de este trabajo.-

Desde que el origen de las aguas disponibles, tanto superficiales como subterráneas es de precipitaciones metóricas, se hace imprescindible determinar la recarga de la cuenca hidrológica que abastece la fuente en estudio, ya que el gasto disponible (aproximado) puede determinarse como parte o todo un miembro de la ecuación hidrológica.

En los estudios realizados, se ha determinado la magnitud de las cuencas mediante planímetros, a base de la Carta Geográfica Nacional, escala 1 : 200,000.

Se expone en los capítulos de esta segunda parte, detalladamente un acopio de datos de los factores que influyen en el origen y naturaleza de los acuíferos, repartidos en los capítulos de Hidrografía, Geología e Hidrogeología, mediante datos que se han logrado recopilar de diferentes personas o entidades que han hecho estudios o poseen información así como también de los estudios de fuentes realizados por el autor en el departamento.

También se incluye un apéndice en el que figuran los procedimientos seguidos por el Plan Nacional de Agua Potable Rural en la investigación de fuentes en el departamento.

Es propósito de esta tesis, colaborar con un grano de arena en el desarrollo de los estudios de fuentes de agua no sólo para fines de consumo doméstico sino también para los diversos usos a que se destina el vital elemento.

CAPITULO VI

HIDROGRAFIA.-

En el departamento de Puno se distinguen 3 cuencas principales y según Escobar hasta 4, a saber:

1. Cuenca del Rio Amazonas
2. Cuenca del Océano Pacífico
3. Cuenca del Lago Poopó (Segun Escobar)
4. Cuenca del Titicaca

1. Cuenca del Rio Amazonas.-

Tiene una superficie hidrográfica de 22,740 km². Está conformada por tres rios los que ya fuera del departamento de sembocan en el Rio Madre de Dios. Este último es afluente del Rio Beni en territorio Boliviano el mismo que al unirse con el Mamoré forman el Rio Madera, afluente del Amazonas. Los 3 rios en referencia son: Rio Tambopata, Rio Inambari y Rio Heath.

a. Rio Inambari.-

Nace al Sur de Saa. Tiene una gradiente promedio de 1.07% recorre, aproximadamente 285 km en Puno y 100 km en Madre de Dios, sus principales afluentes son:

- R. Quiaca

- R. Sandia
- R. Pachani
- R. Pullani ó Quitón
- R. Coaza
- R. Upina ó Toco-ro
- R. Ayapata
- R. San Gabán
- R. Chinchusmayo
- R. Chaluma
- R. Yahuarmayo

Todos estos rios discurren por cauces de gran pendiente, zigzagueantes y torrentosos, nacen en los glaciares de la Cordillera Real y tienen todas las características de los rios geológicamente jóvenes. Debido a la relativamente pequeña evaporación (gran cantidad de humedad relativa, temperatura moderada) y la infiltración casi nula (Gran pendiente de terreno y permeabilidad de roca pizarrosa con greda muy cerca de cero), estos rios drenan casi la totalidad de las precipitaciones de sus cuencas. Es por eso que se recomienda estudios exhaustivos para las sucesivas captaciones en esta zona.

b. Rio Tambopata.-

Drena la mayoría de las aguas superficiales de la parte oriente de la selva del departamento. Su longitud es 220 km en territorio Puneño y 140 en Madre de Dios totalizando 360 km.

Su gradiente promedio es de 6.65% hasta el pueblo de San Juan del Oro. A partir de este punto hasta las proximidades del pueblo de San Ignacio, su pendiente promedio es de 1.23% y de ahí hasta su desembocadura es 0.20%. La gradiente promedio en general es 1.18%.

Los rios que conforman su sistema son:

- R. Pablobamba
- R. Lanza
- R. Vacamayo
- R. Távara

c. Rio Heath.-

Es el menos caudaloso de los tres. Tiene las afluencias de 3 rios:

- R. Susumayo
- R. Wiener
- R. Bravo

Su gradiente promedio es de 5.27% hasta la afluencia del rio Susumayo y de ahí para adelante 1.25%.

2. Guenca del Océano Pacífico.-

Conformada por los rios del departamento que desembocan en el rio Camaná y el Rio Tambo. Está situada en la parte sur oeste del departamento. Los rios que lo conforman son: el Bamputaña, el Tincapalca, el San Antonio y el Vizcachas.

a. Rio Tincapalca.-

Nace al S.O de Cabana al sur de la laguna de Parihua

nas con el nombre de Rio Chanquipa. A los 57 km, recibe las aguas del rio Ichuña y recorre 29 kilómetros mas . en territorio puneño para pasar al departamento de Moquegua recorrer 28 kilómetros mas y desembocar en el Rio Tambo.

b. Rio Bamputaña.-

Nace al S/O de Ocuwiri en la provincia de Lampa, va a formar el Colca que a su vez forma el Rio Camaná afluente del Océano Pacífico. Tiene como afluente principal el Puntilla.

c. Rio San Antonio.-

Nace al E.E de San Antonio de Esquilache y desemboca en el rio Ichuña que viene del sur. En realidad es afluente del Tincopalca. Su principal afluente es el rio Uturuncani.

d. Rio Vizcachas.-

Nace al oeste de Santa Rosa de Juli en el cerro Acoosini con el nombre de Casachara primero y despues adopta el nombre de Coralque. Su principal afluente es el rio Pasto Grande.

3.- Cuenca del Lago Poopó.-

Considerada por el Ing° Julio Escobar. Se conforma del Rio Desagüadero. En realidad sólomente conformaría parte de la margen derecha de dicho rio ya que lo demás estaría

en territorio boliviano.

4.- Cuenca del Lago Titicaca.-

Que comprende la gran mayoría del departamento, y en la que los estudios de fuentes de abastecimientos se recomienda hacerlos más exhaustivos.

La Cuenca del Lago Titicaca comprende la mayor parte del altiplano norte. La extensión de la planicie hidrográfica incluyendo el lago, tiene aproximadamente 58m000 km², según Monheim y según Wurttemberg 37,750. La mayor extensión de noroeste a sur este tiene casi 400 km y la mayor anchura de suroeste a noreste aproximadamente, 215 km.

La red fluvial.-

La situación del lago excéntrica en la parte sureste de la cuenca del Titicaca tiene como consecuencia que su zona hidrográfica en el norte y oeste estén ampliamente desarrolladas. En vista de que además en estas zonas las precipitaciones aumentan, del sur al norte, los afluentes del norte especialmente están desarrolla-dos con una abundante cantidad de agua, mientras que en el lado boliviano, recibe ríos cortos con un bajo contenido de agua. Casi en su totalidad y de acuerdo a las cordilleras circundantes, los ríos representan 3 partes definidas en su recorrido; el curso corto superior en general cae precipitadamente de los nevados por lagunas glaciales hasta los campos de lagunas morrenosas, en los cuales los ríos están poco engravados. El curso medio, en que toma un ca

rácter de río de poco declive y está zigzagueante hasta el curso inferior el cual comienza muy temprano debido a que las llanuras aluviales del lago penetran muy profundamente en los valles.

Los ríos que desembocan en el Lago Titicaca en la parte Perú son: el río Suches, el Ramis, el Coalta, y el Ilave. Aparte de estos ríos que conforman grandes sistemas pluviales, también cabe mencionar el Illpa, el Zapatilla y el Huacho.

Lago Titicaca.-

Conformado por la gran masa de agua que se sitúa en la parte sur oriental del Departamento. Constituye el accidente geográfico más notable del departamento.

Está situado entre $15^{\circ}14'$ y $16^{\circ}35'$ de latitud sur y entre $68^{\circ}37'$ y $70^{\circ}02'$ longitud oeste.

Los datos de la superficie del Lago Titicaca difieren enormemente. Así Markham (1874) tiene 2,500 millas (6,400) km², según Neveu-Lemaire (1906) tiene 5,100 km². Gilson en 1939 le da 7,600 km². E. Reclus (1893) le da 8,300 km². y Vivien de Saint-Martin, (1894) 8,831 km². El Geographische Taschenbuch indica solamente 6,900 km². Según Monheim, la superficie del Lago Titicaca, descontando islas y penínsulas es 8,100 kms.².

El Lago Titicaca como todo el altiplano del norte, demuestra una extensión en dirección del Nor Oeste al Sur Este. En esta dirección se halla la mayor dimensión del lago (medida por el estrecho de Tiquina) y es de 176 km. mientras que la mayor anchura

es (de Puno hasta la bahía de Moho) mide sólo 75 km. En general se puede considerar su forma como un rectángulo con una anchura promedio de 50 km.

El Lago Titicaca se divide en 3 cuencas principales:

- 1.- El Lago Grande como lago principal,
- 2.- La Bahía de Puno y
- 3.- El Lago Puneño al Sur Este, que con las penínsulas de Copacabana y Huata está aislada casi completamente y unida al Lago Grande solamente en su parte mas angosta, el estrecho de Tiquina de 1 km. de anchura, mientras el Lago Grande tiene una profundidad promedio de 100 m., y en algunos lugares hasta 281 como máximo. La bahía de Puno y especialmente en Lago Pequeño tiene poca profundidad la cual en promedio es solamente 10 m. Por su demasiado aislamiento y su poca profundidad se puede decir que el lago pequeño en su profundidad hidrológica no corresponde completamente al Lago Titicaca.

El agua del lago es ligeramente salobre. Posee cloruro de Sodio, Sulfato de Potasio, Calcio, Magnesio, Carbonato de Calcio y minerales. Sin embargo tanto animales como nativos lo beben sin mayores consecuencias. Se adjunta un análisis del agua del Lago Titicaca.

La temperatura del lago es de 10° a 13° C.

La evaporación es de 10 a 16 mil millones de metros cúbicos por año.

Por precipitación se tiene de 4,500 a 5,000 millones de me

tros cúbicos por año.

El volumen total estimado es de 1'400,000.000,000 m³.

El régimen de vientos es en promedio de 5 a 7 m/seg. durante todo el año, aumentando los meses de agosto, setiembre y octubre. Prevalece el Alicio que lleva la humedad evaporada hacia el N.O pero por convección también hay vientos (brisa lacustre) por convección del lago a la playa en el día y viceversa en la noche.

Hay mareas probables por variación de presión atmosférica y oleajes de gran magnitud por vientos. No existen corrientes pero si "pulsaciones" que son balanceos pendulares y rítmicos que se demoran 30 minutos e amplitudes máximas.

REFERENCIAS:

- "Contribución a la Climatología e Hidrología del Titicaca".- Félix Monheim, 1956.
- "La Regionalización del Perú para el Desarrollo, Región N° 5: Puno".- Costa, Perez Godoy, Quiroga, Smal. Tesis para obter grado de Ingeniero Civil. UNI.
- "Mi contribución a la salvación de Puno".- Julio Escobar, Tesis Fac. Ingeniería Civil UNI.

CAPITULO VII

HIDROLOGIA.-

Es evidente que para un estudio de fuentes, juega papel de primerísima importancia el factor hidrológico, ya que para captar aguas ya sea superficiales o subterráneas, desde que estas son parte o todo un miembro de la ecuación hidrológica, es necesario conocer los orígenes y las alimentaciones de estas fuentes. Las fuentes de agua tienen su origen en una cuenca de alimentación de origen meteórico. Luego, pues las precipitaciones pluviales son la base principal del agua disponible en una cuenca.

En esta exposición, se va a presentar una recopilación de datos hidrológicos, recolectados de las estaciones meteorológicas distribuidas en el departamento, citando además las fuentes de información de que se ha hecho uso. Cabe advertir que se tropieza muy a menudo con contradicciones y datos absurdos los cuales se ha tratado de eliminar. Se atribuye estas incorrecciones a dos razones:

- 1.- Deficiencia de los aparatos e instrumental de medición
- 2.- Carencia de personal especializado en el manipuleo de interpretación de estos instrumentos.

Por otra parte se proporcionarán pautas y rudimentos para hacer análisis de evaporación y escorrentía, para tratar de hacer en cada cuenca de determinado manantial o fuente de agua sub

terranea un balance hidrológico que es lo que se recomienda en este trabajo.

Fuentes de Información.-

Las estaciones metereológicas que han registrado los datos consignados en este trabajo son las siguientes:

- 1.- Gran Unidad Escolar San Juan Bosco - Salcedo - Puno, situado en la rinconada de Salcedo; rodeado de cerros, situado a 5 Km. de la ciudad de Puno, a 42 metros sobre el nivel del lago Titicaca y a 1 km. de este, con $70^{\circ} 01' 28''$ de longitud oeste y $15^{\circ} 50' 51''$ de latitud Sur, a una altura de 3,852 metros sobre el nivel del mar. Proporciona datos desde 1932.
- 2.- La Estación metereológica de la Granja Modelo de Chuquibambilla, de la Universidad Técnica de Altiplano, situada a 161 km. de la ciudad de Puno, en dirección Noreste, 100 metros mas alto que el lago Titicaca, distante de este 100 km. aproximadamente, a 3,910 metros sobre el nivel del mar con latitud de $14^{\circ} 47'$ y longitud $70^{\circ} 43'$. Proporciona datos desde 1939.

La primera, por su proximidad a las orillas del Lago Titicaca y por la gran influencia de este en las observaciones metereológicas se considera como representativa de las areas situadas alrededor del Lago, la segunda por su distancia al

lago y su ubicación en la parte Nor Oeste, la más amplia de la meseta, se considera como representativa de las zonas de cuenca del Titicaca poco influidas por el Lago.

3.- También se han tomado en cuenta para fines de comparación ya que su tiempo de duración y records datan de muy poco tiempo atrás las estaciones metereológicas ubicadas en Progreso, Azángaro, Cabanillas, Muñani, Ayaviri, Llalli, Arapa, Huancañé, Lampa, Ilave, Yunguyo, Bizacona y Mazocruz, Antauta, Muñoa, Pucará, Amanea, Taraco, Umayo, Toroya, Chilligua, Esquilache, Capazo, Orurillo e Ichuña. Estas son instalaciones metereológicas estatales de reciente creación de la cual sólo se consignan datos desde 1964.

Precipitaciones.-

La cantidad de agua disponible en una zona o región, ya sea como vertiente, arroyos, rios, reservorios o represas, está regulada por aquellas cantidades que nos dá la atmósfera en forma de lluvias, originando prosperidad o pobreza en las regiones agrícolas.

Se ha indicado anteriormente, en el capítulo referente a clima, que la época de lluvias, se encuentra comprendida entre las 2 posiciones zenitales del sol, por ello se llaman lluvias zenitales. También se indicó la existencia de una época seca invernal y otra lluviosa veraniega, presentando una diferencia epocal bastante manifiesta que es propia del trópico exterior. Este cambio es

causado por la dislocación epocal de la zona intratropical con -
vergente. Analizando los records anuales de precipitaciones, po-
demos apreciar, además de las dos épocas citadas, otras dos épo-
cas transicionales. Se tiene entonces: La primera lluviosa ini -
ciada en diciembre hasta marzo; la segunda seca y fría entre los
meses de mayo a agosto, y las épocas consideradas transicionales
entre las anteriores, determinadas por setiembre a noviembre y a
bril.

La siguiente tabla expresa la distribución anual de precipitacio-
nes segun Guevara (1953), e informe escrito del Ing° Fidel Flo -
res.

	<u>Puno (1938-54).</u> Alt. 3,852 m.	<u>Chuquibambilla (1940-50).</u> Alt. 3,910 m.
Enero	124 mm	118 mm
Febrero	121 mm	108 mm
Marzo	99 mm	111 mm
Abril	41 mm	32 mm
Mayo	10 mm	11 mm
Junio	4 mm	3 mm
Julio	4 mm	1 mm
Agosto	7 mm	13 mm
Setiembre	25 mm	15 mm
Octubre	37 mm	37 mm
Noviembre	28 mm	50 mm
Diciembre	84 mm	102 mm
<u>TOTAL:</u>	584 mm	601 mm

	<u>Dic.-Marzo</u>	<u>Set.-Nov.</u>	<u>Abril-Mayo-Agosto</u>
Puno	428 = 73.2 %	131 = 22.5 %	25 = 4.3 %
Chuquibambilla	439 = 73.2 %	134 = 22.2 %	28 = 4.5 %

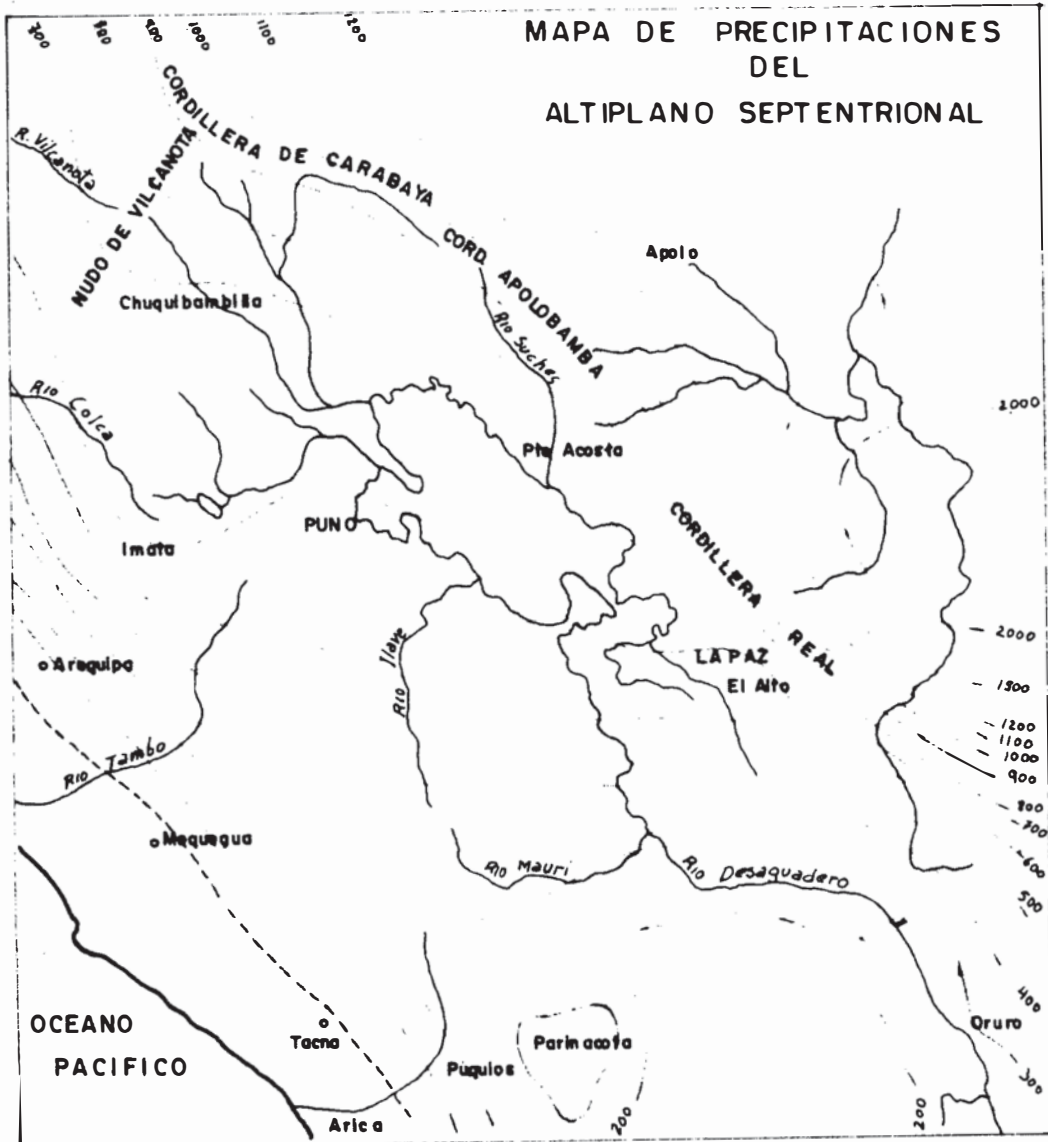
Isohietas.-

Es difícil establecer un mapa de isohietas debido al pequeño número de estaciones, desigualmente repartido en un territorio vasto y al periodo muy reducido de sus observaciones. La escasez y el periodo reducido de datos pluviométricos impiden proyectar isohietas sin riesgo a ampliar aun más errores importantes.

Se encuentra diferencias locales en la cantidad de precipitaciones, debido principalmente a la situación geográfica del lugar, así como a la orografía. Geográficamente por encontrarse cerca a la faja seca de la costa la cual se extiende sobre el Altiplano del NorOeste al SurEste, disminuyendo las precipitaciones progresivamente de NorEste a SurOeste. La Orografía aumenta las precipitaciones en las partes superiores de las montañas, lo cual no fué comprobado en la práctica por falta de datos eteorológicos pero se pronuncia claramente por lo cual se supone que este amento debe ser observable en la cuenca.

Se puede considerar la gran masa del Lago Titicaca como un enorme pluviómetro, indicándonos sus alzas y sus bajas, los amentos del total de precipitaciones durante el año; una interesante observación es la que relaciona las manchas solares y el ascenso, del nivel del lago, existe cierto paralelismo al cual se refirió ya Posnasky en 1940. Había una hipótesis por la cual las fluctuaciones del nivel del lago dependían de las manchas solares en una proporción inversa. Monheim presenta un gráfico en el cual se observa que en la epoca de 1912 a 1937 hay un paralelismo de tal

MAPA DE PRECIPITACIONES DEL ALTIPLANO SEPTENTRIONAL



modo que un máximo de manchas solares corresponden a un mínimo de nivel lacustre y viceversa. Se presentan algunos puntos que salen de la regla en los años 1919, 1922 y 1925. Explica Monheim que el ascenso contra la regla el año 1925, está condicionado a la realidad ya que ese año apareció en la costa peruana la corriente del niño con fuertes precipitaciones en la costa y en la montaña. La desviación de 1919 es también causada por la corriente del niño. Después de 1937 en el periodo comprendido entre 1937 y 1947, se puede observar un cambio en la relación de manchas solares con las fluctuaciones del nivel lacustre, correspondiendo a un número descendiente de las manchas solares, también un descenso en el nivel de las aguas y viceversa, en 1948 no se observa ninguna relación. Con el ascenso de las manchas solares en 1956, un nuevo descenso de las aguas, al parecer nuevamente desde 1955 se formó nuevamente una similitud entre ambas curvas, pero por la dislocación después de 1947 hay opiniones de que sea pura coincidencia. Sin embargo Monheim admite que es evidente la existencia de una relación estrecha entre ambas curvas, por lo que es necesario estudiarlas con mayor detenimiento y datos.

Conclusión.-

Hay carencia de información hidrológica en el departamento. Felizmente se ha creado ya un buen número de estaciones meteorológicas las cuales dentro de unos años podrán proporcionar datos representativos.

Para los fines de balances hidrológicos, se podrá tomar las

OBSERVATORIO SALCEDO

PRECIPITACIONES

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MASA TOTAL	P.D.A	AÑOS
1932	190.90	226.50	217.50	22.80	36.40	0.00	1.50	8.00	27.30	49.60	72.10	95.20	947.80	2.60	1932
1933	148.30	241.30	145.50	59.40	3.30	1.20	0.00	0.00	9.90	48.70	15.20	69.50	742.30	2.03	1933
1934	216.90	238.00	104.80	45.50	16.30	0.00	0.00	13.20	51.20	11.50	36.90	57.20	731.50	2.17	1934
1935	137.50	158.60	100.10	10.40	0.00	0.00	12.00	0.00	26.90	13.20	47.20	32.50	538.40	1.47	1935
1936	146.90	111.50	70.30	1.40	16.00	0.00	7.10	3.10	18.80	31.60	32.20	44.80	483.70	1.32	1936
1937	134.90	106.70	47.00	0.50	3.00	0.00	0.00	0.70	23.70	2.10	13.80	62.90	395.30	1.08	1937
1938	88.60	117.70	70.50	79.30	9.70	0.40	7.50	4.00	8.40	9.50	27.10	36.80	459.50	1.26	1938
1939	153.80	104.90	119.20	15.70	23.50	0.00	2.00	29.30	29.60	6.50	21.10	83.60	589.20	1.61	1939
1940	83.00	28.90	17.20	33.00	4.50	0.00	0.00	4.60	0.00	45.50	10.30	58.60	285.60	0.78	1940
1941	70.60	72.60	66.60	23.60	1.60	4.50	0.00	0.50	11.10	75.10	4.10	98.10	428.40	1.17	1941
1942	75.00	72.50	79.80	35.10	15.50	3.80	0.00	6.60	11.50	37.40	29.10	23.90	390.20	1.07	1942
1943	99.20	115.40	96.30	21.90	16.80	15.30	4.30	0.00	21.90	21.50	33.00	48.80	495.30	1.36	1943
1944	113.70	141.30	123.60	39.40	10.40	0.00	3.40	0.60	31.00	20.70	26.30	64.70	575.10	1.57	1944
1945	82.60	75.00	88.70	41.60	0.00	0.00	0.30	6.20	25.87	40.65	15.90	106.37	483.19	1.32	1945
1946	8.95	1.76	4.96	9.02	120.84	174.49	91.39	48.51	26.65	56.56	43.59	210.52	797.84	2.18	1946
1947	105.67	76.72	44.90	56.13	11.94	1.27	0.60	7.11	39.88	32.00	17.02	84.26	477.50	1.31	1947
1948	161.13	158.99	147.83	56.37	11.17	19.05	8.13	17.78	30.23	117.78	22.35	105.16	855.79	2.34	1948
1949	213.11	185.22	206.25	60.45	0.00	11.94	15.24	7.64	69.39	9.67	22.80	135.12	936.13	2.56	1949
1950	95.33	119.26	99.38	37.05	22.36	0.00	9.65	0.00	3.54	46.98	43.70	29.20	506.45	1.39	1950
1951	171.56	174.34	46.68	34.56	19.50	0.16	0.00	13.81	2.54	22.35	24.48	101.85	611.83	1.68	1951
1952	158.39	124.14	41.91	5.85	0.00	6.37	7.37	11.94	55.04	7.37	18.02	228.15	464.55	1.27	1952
1953	127.11	187.23	197.93	41.47	0.31	0.00	0.00	6.68	18.54	51.78	77.13	116.60	824.78	2.26	1953
1954	211.86	172.21	205.85	56.07	13.75	2.29	0.51	0.00	24.15	39.04	48.54	90.91	865.18	2.37	1954
1955	192.51	218.98	185.67	39.00	6.86	3.55	0.00	3.04	29.64	63.99	12.70	133.70	895.64	2.45	1955
1956	159.25	55.80	11.39	0.00	0.00	0.00	0.25	4.06	5.35	15.49	29.22	74.94	355.75	0.97	1956
1957	86.12	147.67	88.43	23.88	3.55	30.47	0.00	1.02	25.36	36.05	24.13	15.56	482.24	1.32	1957
1958	130.67	135.63	124.84	10.06	17.55	0.00	2.50	8.00	0.00	50.50	28.70	73.40	581.85	11.59	1958
1959	46.50	91.00	111.60	49.50	7.60	6.30	0.00	0.00	35.70	8.70	13.80	168.70	539.40	1.48	1959
1960	168.50	119.80	38.60	67.50	6.00	0.00	0.00	4.70	99.00	58.70	48.40	49.50	760.70	2.08	1960
1961	94.30	146.60	137.00	52.00	20.70	0.00	0.00	10.10	37.70	53.40	76.30	134.90	763.00.	2.09	1961
1962	121.40	152.40	118.20	31.80	0.00	0.00	0.00	0.00	32.60	10.00	8.60	216.40	691.40	1.89	1962
1963	195.80	309.20	141.20	86.70	11.20	10.00	0.00	3.30	79.20	63.30	27.80	130.00	1047.70	2.87	1963
1964	77.00	73.90	112.60	38.60	24.00	0.00	0.00	8.00	22.30	5.30	47.10	78.10	486.90	1.33	1964
TOTAL	4375.16	4584.05	3472.92	1225.61	456.33	281.09	174.34	234.49	966.68	1193.33	1142.78	2910.94	2107.92	57.52	
Pm.ñ.	128.68	134.82	102.14	36.04	13.42	8.26	5.12	6.89	28.43	35.09	33.61	85.61	618.17	1.69 Pm. ñ.	

Número de años observados..... 33 (1932-1964), sin considerar el año 1965
Años de auge Pluvial 1940 - 1956 - Años de decadencia pluvial 1940 - 1956
Años de sequía (Estadística de 33 años) 1940 - 1942 - 1956

PRECIPITACION

OBSERVATORIO DE CHUQUIBAMBILLA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.	OCT.	NOVIEM.	DICIEM.	TOTAL	PROMEDIO
1939	177.50	81.60	74.20	26.90	25.50	0.00	0.00	0.00	35.70	36.50	75.10	37.00	572.00	47.66
1940	76.80	12.40	36.40	49.30	4.50	0.00	0.00	0.00	0.30	3.50	21.30	76.60	281.10	23.42
1941	103.90	76.80	31.70	12.50	2.80	0.00	0.00	0.00	19.00	37.10	48.50	108.60	440.90	36.74
1942	142.50	91.20	123.40	35.80	15.10	2.40	0.00	0.00	13.00	12.30	65.10	48.20	549.00	45.75
1943	39.70	79.70	148.10	20.90	10.20	7.10	0.00	0.00	48.30	23.40	96.60	129.00	603.00	50.25
1944	216.80	118.10	151.40	36.90	22.10	0.00	0.00	0.00	32.40	53.80	19.20	174.60	825.30	68.77
1945	109.20	162.10	180.80	30.20	0.00	0.00	6.00	124.50	26.90	37.40	24.90	109.20	811.20	67.60
1946	110.20	156.00	91.20	34.60	16.20	2.50	5.60	8.60	13.00	61.70	101.40	143.10	744.10	62.00
1947	139.70	240.60	65.30	47.40	23.60	0.00	0.00	0.00	6.40	10.90	42.20	39.50	615.60	51.30
1948	172.12	139.42	208.74	29.97	39.75	2.54	0.00	6.10	9.90	75.95	54.62	67.31	806.42	67.20
1949	104.98	116.85	105.66	51.81	0.00	2.79	0.00	0.00	30.92	41.29	70.45	149.78	674.53	56.21
1950	84.21	70.85	137.04	36.06	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	37.69	34.17	81.96	533.25	44.43
1951	184.70	167.81	32.81	17.49	17.27	0.00	0.00	5.59	0.00	36.53	46.77	117.09	626.41	52.20
1952	115.08	100.75	46.53	16.00	2.03	5.84	0.00	10.41	29.98	1.78	78.76	46.59	453.75	37.81
1953	159.51	126.49	123.79	32.26	0.00	0.00	0.00	2.00	38.42	78.18	73.38	111.47	745.50	62.12
1954	121.90	152.78	180.17	63.75	22.86	9.65	1.53	0.00	17.24	39.36	92.35	81.78	783.37	65.28
1955	135.45	112.69	152.12	57.93	20.48	0.00	0.00	0.00	32.05	32.34	16.03	97.36	656.45	54.70
1956	142.82	75.14	42.67	8.13	3.56	0.00	0.00	0.00	29.09	12.45	37.74	93.44	439.04	36.58
1957	96.59	140.32	133.04	53.82	20.27	7.31	0.00	0.00	18.10	73.00	63.90	92.60	698.95	58.24
1958	156.00	137.60	130.40	32.40	16.30	0.00	6.70	8.00	31.10	33.40	48.60	94.40	694.90	57.90
1959	69.30	106.40	213.20	152.10	16.30	5.50	5.00	2.30	11.00	58.30	54.00	240.50	928.80	77.40
1960	321.90	115.30	48.70	55.70	8.40	0.00	0.00	5.50	38.40	68.70	99.00	71.10	832.70	69.39
1961	156.70	110.70	138.10	59.60	24.90	0.00	0.00	0.00	25.80	21.20	119.70	199.80	856.50	71.37
1962	124.80	166.80	157.70	39.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.20	37.50	58.20	248.80	863.00	71.91
Total	3,264.36	2,858.40	2,753.17	1,000.82	313.39	45.63	24.83	173.00	591.20	974.32	1,441.97	2,659.78	16,038.00	
Promt	136.01	119.10	114.71	41.70	13.05	1.98	1.03	7.20	22.13	40.59	60.08	110.82	1,336.23	

precipitaciones obtenidas del plano de isohietas expuesto en este trabajo, aunque deberá detenerse en cuenta que este plano está su jeto a posteriores modificaciones desde que se confeccionó con da tos muy recientes.

EVAPORACION.-

El capítulo de evaporación es de vital importancia, para es tudio de fuentes primero porque es un término de la ecuación hi - dro lógica y segundo porque en el departamento de Puno, debido a sus condiciones climáticas, la cantidad de agua que se evapora es enorme, como se verá a continuación.

Quando se dice evaporación hay que diferenciar entre evaporación de superficie abierta de agua (poder de evaporación o climáticamente evaporación condicionada). y la evaporación del suelo, que comprende la verdadera evaporación de las superficies terrestres. Como "evaporación zonal" se extiende la evaporación total de la superficie del suelo y de agua.

La evaporación de las superficies abiertas de agua se determina con una balanza de evaporación, controlando la pérdida de pe so en un recipiente de agua, durante un período de tiempo. Los va lores obtenidos de este modo son mayores que la evaporación en una superficie grande de agua, porque trabajando con la balanza de evaporación, el ambiente añade calor, lo que aumenta la eva poración. Por otro lado la humedad relativa del aire sobre una masa de

agua o suelo húmedo, es mayor que en el sitio donde se encuentra la balanza, y consecuentemente la evaporación es mejor.

Controles de evaporación con balanza de evaporación se han hecho en la zona del Titicaca. Según estos datos los promedios de 1943 -44, para la evaporación anual han sido de 2,134 mm. para Puno y hasta 2,410 mm en Chuquibambilla. De estas cifras se puede concluir que la diferencia refleja influencia del lago, el cual por la evaporación continúa disminuyendo el poder de evaporación en su proximidad.

Desgraciadamente no ha sido posible hallar la relación existente entre una y otra evaporación en el caso particular del departamento de Puno. Solamente se tiene los datos mediante la balanza de evaporación y como se ha dicho anteriormente estos valores no representan la cantidad real evaporada que es mucho menor.

Se puede hallar una mayor aproximación a los valores reales de precipitación haciendo un ajuste de la diferencia entre lo precipitado y evaporado, en lapsos de tiempo cada vez menores por ejemplo cada día, y el saldo de agua sin evaporarse se repartiría entre infiltración y escorrentía, pero aún así el error sería aun considerable, lo ideal sería hacerlo cada hora o minuto, esto es imposible por lo impráctico que resultaría estar haciendo mediciones de esa naturaleza.

El libro "Water Supply and Waste Water Disposal" de Fair &

Gayer estipula que a carencia de datos locales se puede considerar, poniéndose en el lado de la seguridad que el 50% de las precipitaciones permanecen sin evaporarse. Expone también la fórmula de Mayer que es la siguiente:

$$E = C (V-v) \quad l \downarrow (w/K)$$

Donde E es la evaporación en un intervalo dado de tiempo; V es la presión de vapor para la temperatura del agua; v es la presión de vapor a la temperatura de saturación del aire; w es la velocidad del viento; C y K son constantes. E está expresado en pulgadas por mes de 30 días, V son pulgadas de mercurio de la presión de vapor para la temperatura de grandes y profundas masas de agua ó a la temperatura media mensual de aire para pequeños pantanos y humedad superficial; v en pulgadas de mercurio de la actual presión de vapor de la temperatura mensual promedio del aire y humedad relativa; w es millas por hora de velocidad viento, medido a aproximadamente 30 pies de altura sobre el nivel prome - dio de las inmediaciones o techos de los edificios; K tiene una magnitud de 10 y C tiene una magnitud de 15 para masa de agua pequeñas y poco profundas o para humedad en hierba y hojas; y 11 para masas de agua grandes y profundas.

Esta fórmula resulta relativamente práctica en el caso del departamento de Puno ya que el único dato difícil sería la velocidad del viento, dato obtenible con cierta facilidad.

La evaporación en el interior del acuífero es ya nula y las pérdidas por evapotranspiración son mínimas puesto que como se estipula en el libro "Ground Water Hidrology" de Todd, a un pié de profundidad interior a la parte mas baja de las raices de los vegetales, la evapotranspiración queda sin efecto, y la mayoría de plantas que hay en Puno, en la generalidad tienen sus raices muy por encima de el límite establecido para que napa subterránea pueda alimentarlas.

Finalmente se expone cuadros de evaporaciones correspondientes a registros de las dos estaciones metereológicas disponibles en Puno así como cuadros de evaporaciones del Lago Titicaca en diversos sitios de él, así como del lago Junín para fines de comparación.

CONCLUSION.-

Si no es posible encontrar datos de viento para la aplicación de la fórmula de Mayer, se puede asumir que el 50% del agua precipitada se evapora. Esto, para establecer balances.

— OBSERVATORIO DE CHUQUIBAMBILLA —

EVAPORACION PROMEDIO DIARIO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEM.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	PROMEDIO
1939	5.90	6.30	7.00	6.80	6.20	7.10	5.80	6.30	5.60	6.60	5.50	5.40	74.50	6.2
1940	5.90	6.10	5.10	5.90	6.50	6.30	7.10	6.90	7.00	7.30	7.10	7.00	78.20	6.5
1941	6.60	7.10	6.80	6.30	5.00	5.10	5.20	2.90	2.90	3.00	5.30	5.90	62.10	5.1
1942	7.20	7.20	7.80	6.40	6.20	4.50	5.10	5.60	6.10	—	—	6.00	62.10	6.2
1943	7.50	7.60	7.50	6.90	6.00	5.90	6.70	6.50	7.20	6.60	6.30	6.00	80.70	6.7
1944	6.30	6.90	6.60	6.20	6.60	6.60	6.30	6.60	6.40	6.60	6.80	6.20	78.10	6.5
1945	6.10	6.30	6.70	7.30	7.00	6.70	6.60	6.70	6.50	6.60	7.20	6.70	80.40	6.7
1946	6.80	7.10	7.60	8.10	8.00	7.90	—	—	—	—	—	—	45.50	7.6
1947	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1948	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1949	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1951	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1952	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1953	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1954	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1955	—	—	2.10	2.20	1.60	2.10	—	2.20	2.30	2.90	3.60	1.50	20.50	2.2
1956	1.90	1.60	1.20	1.30	0.90	1.10	1.60	1.20	1.20	1.30	1.30	0.90	15.40	1.2
1957	0.70	—	0.70	0.80	0.90	0.80	0.90	1.10	2.10	2.50	3.40	3.70	17.60	1.60
1958	—	—	1.80	2.70	2.50	2.90	2.80	3.20	3.20	—	—	—	19.06	2.70
1959	—	1.70	1.70	—	—	—	—	2.50	3.20	2.90	2.50	1.70	16.20	2.30
1960	1.20	1.60	2.10	1.70	2.90	2.60	2.90	2.90	3.10	2.40	1.70	1.90	27.00	2.20
1961	1.60	1.20	1.20	1.50	—	2.00	—	—	—	—	3.50	2.20	13.20	1.90
1962	2.40	2.40	2.70	3.30	2.80	—	—	0.80	6.90	7.50	7.90	3.50	47.40	4.74
1963	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL:	60.00	63.10	68.60	67.40	63.10	61.60	51.00	62.60	63.70	56.20	62.00	58.60	737.96	—
PROMEDIO	4.61	4.85	4.28	4.49	4.50	4.40	4.63	4.47	4.55	4.68	4.77	4.18	27.37	4.47

OBSERVATORIO DE SALCEDO

EVAPORACION PROMEDIO DIARIO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEM.	OCTUBRE	NOVIEM.	DICIEM.	TOTAL	PROMEDIO
1932	2.83	3.22	2.75	6.18	5.66	6.20	6.35	6.30	4.60	5.81	3.83	4.84	58.21	4.85
1933	5.69	3.74	2.92	5.64	7.32	5.53	5.69	6.46	7.48	7.03	9.02	6.40	72.92	6.07
1934	2.87	2.32	3.37	6.39	6.31	6.12	7.05	6.90	5.90	4.94	6.26	8.28	66.71	5.55
1935	5.17	5.50	4.83	5.33	5.58	5.19	5.21	6.79	6.06	8.19	6.46	5.19	69.50	5.79
1936	3.60	6.40	4.30	6.10	5.10	5.90	5.60	7.50	6.50	6.50	6.90	6.10	70.50	5.87
1937	3.30	2.20	4.60	5.70	6.70	6.20	5.60	6.60	6.80	7.60	6.40	5.60	67.30	5.60
1938	6.00	3.20	3.20	2.80	3.60	4.30	4.30	4.27	4.36	5.80	6.50	7.20	55.53	4.62
1939	5.50	4.32	5.00	4.47	5.13	5.24	6.00	6.24	6.16	4.95	6.55	6.33	65.89	5.49
1940	5.80	5.37	5.89	6.30	6.31	6.54	6.96	6.31	6.94	6.79	7.37	5.22	75.80	5.31
1941	3.30	4.50	3.94	5.07	4.60	5.29	5.35	5.61	3.98	6.31	7.41	5.73	61.09	5.09
1942	3.72	3.93	3.42	4.70	4.97	5.29	5.48	5.97	6.92	6.40	5.91	5.63	62.34	5.19
1943	4.40	3.70	3.90	4.60	4.90	6.80	7.70	7.60	7.20	7.90	7.70	5.50	71.90	5.99
1944	5.50	3.10	4.90	6.60	5.30	8.03	7.70	7.50	7.45	7.40	8.45	5.40	77.33	6.44
1945	3.60	4.60	3.60	5.60	5.40	5.50	5.70	5.70	4.70	4.60	4.90	3.60	57.50	4.79
1946	4.06	3.40	4.54	3.90	3.90	3.00	3.50	4.06	3.80	3.50	3.70	2.45	43.81	3.65
1947	2.73	2.58	3.95	3.90	4.80	4.31	4.24	4.33	4.60	5.55	4.99	4.16	50.14	4.17
1948	3.11	1.80	2.25	3.27	3.50	4.00	4.00	4.45	4.29	3.86	4.87	3.37	42.27	3.52
1949	2.40	2.97	3.14	3.46	4.00	3.50	3.32	4.09	4.11	5.00	4.30	3.80	44.09	3.67
1950	4.50	5.30	5.40	8.80	6.70	8.00	7.32	7.60	10.60	10.50	10.20	7.00	91.92	7.66
1951	4.50	4.50	6.40	6.50	7.80	9.80	9.16	9.00	9.00	9.00	8.90	7.70	92.26	7.68
1952	5.10	4.50	6.00	7.00	8.40	8.10	7.50	8.40	8.20	12.50	9.60	9.60	94.90	7.90
1953	4.80	4.30	4.41	6.60	8.50	8.10	9.00	9.90	11.10	9.50	6.90	5.80	88.91	7.40
1954	5.00	4.20	5.10	5.80	6.30	8.00	9.60	9.90	9.30	10.00	7.80	7.30	87.30	7.27
1955	4.60	4.56	5.20	6.66	7.50	6.90	9.40	10.10	7.00	10.80	11.60	6.80	91.12	7.59
1956	5.40	4.50	7.20	7.12	9.90	4.76	8.00	7.86	7.80	9.60	8.03	6.60	86.77	7.23
1957	5.10	4.80	5.20	5.70	6.00	6.20	8.10	6.90	8.10	7.40	7.10	6.10	76.70	6.39
1958	3.60	4.04	5.20	6.00	6.10	6.76	6.10	8.60	9.20	8.00	8.00	4.80	76.40	6.36
1959	6.20	4.00	3.79	5.00	4.08	5.90	7.29	9.01	7.60	8.04	8.90	6.41	75.22	6.26
1960	3.70	4.30	5.70	4.80	5.90	7.00	7.00	7.00	5.60	7.15	4.80	6.50	69.45	5.78
1961	5.01	4.40	5.38	4.61	4.23	4.63	7.00	6.80	5.80	7.60	5.80	5.23	66.49	5.54
1962	4.10	3.70	4.60	5.70	5.90	5.60	5.93	6.63	5.26	7.64	7.61	4.70	67.37	5.61
1963	3.63	2.90	3.62	3.90	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.84	7.00	4.38	40.27	4.47
Total	138.82	126.85	143.70	174.20	180.39	186.19	201.15	219.38	211.41	230.70	223.76	183.36	2,218.91	
Promedio	4.33	3.96	4.49	5.44	5.81	6.00	6.48	6.85	6.60	7.20	6.99	5.73	69.50	5.80

EVAPORACION DEL LAGO TITICADA EN DIVERSOS SECTORES

Expresada en MM para valores diarios, medios mensuales.

	DESAGUADERO	MOHO	CAPACHICA
	3,850	3,890	5,868
E	5.04	5.17	4.98
F	4.50	4.18	4.83
M	4.67	4.72	5.06
A	4.23	4.35	4.32
M	3.89	3.71	3.96
J	3.49	3.50	3.46
J	3.78	3.62	3.83
A	4.50	4.37	4.51
S	5.23	4.93	5.39
O	5.49	5.18	5.68
N	5.64	5.02	5.82
D	5.61	4.88	5.53

EVAPORACION LAGO TITICADA - Y OTROS EN PULGADAS

	HUAYAO	CAPACHICA	MOHO	DESAGUADERO	PANE (4,524 m)
E	7.21	6.07	6.31	6.15	3.66
F	5.52	5.33	5.77	4.98	3.18
M	6.11	6.17	5.77	5.72	4.11
A	5.91	5.10	5.13	4.99	3.68
M	5.98	4.79	4.53	4.74	3.46
J	5.91	4.63	4.14	4.12	3.98
J	7.08	4.68	4.42	4.62	3.80
A	7.69	5.16	5.33	5.49	4.57
S	7.45	6.37	5.83	6.17	4.41
O	8.18	6.93	6.32	6.71	5.18
N	8.27	6.87	5.94	6.68	4.45
D	8.31	6.74	5.95	6.85	4.46
TOTAL	83.62	68.84	65.44	67,67	48.94

FUENTE: GORMAN - Recursos Hídricos del Rio Mantaro
 Estudio Preliminar de Planeamiento

EVAPORACION IDEAL LAGO JUNIN

M E S	EVAPORACION DIARIA EN m/m	EVAPORACION TOTAL MENSUAL EN m/m	EVAPORACION TRIMESTRAL en m/m
E	4.65	144.15	
F	4.15	116.20	
M	4.30	133.30	394.-
A	3.80	114.00	
M	3.45	106.95	
J	3.30	99.00	320.-
J	3.70	114.70	
A	4.35	134.85	
S	4.50	135.00	385.-
O	5.20	161.20	
N	5.35	160.50	
D	5.15	159.65	481.-
TOTAL:		1,579.50	1,580.-

TOTAL ANUAL 1,600 mm.

ESCORRENTIA.-

Nuevamente al hacer estudios de esconrrentía en el departamento de Puno, nos encontramos con el problema de la carencia de datos. En este trabajo se expone una relación de los principales rios, relacionando el area de la cuenca con el gasto promedio de tal suerte que se pueda hallar burdamente el coeficiente de esco^rrentía. Sin embargo los aforos hechos, corresponden a periodos muy recientes y los resultados obrenidos están sujetos a posterio^res reajustes. Una vez hallados los coeficientes, se va a categorizar las cuencas, identificándolas con su formación geológica.

Información básica.-

En la gran cuenca del Ramis la cual tiene un area de 14,600 km² y comprende importancia subcuencas, sólo existe una sola esta^ción hidrométrica en el rio Ramis, relativamente bien instalada, e^fectuándose tambien aforos en el rio Carabaya, principal afluente del rio Azángaro.

La estación hidrométrica del Ramis se encuentra instalada en el puente de la carretera Juliaca, Huancané a 11 km de la desembocadura de este rio en el Lago Titicaca. Las mediciones efectuadas con linnígrafo, registran prácticamente la esconrrentía total de la referida cuenca. Esta relación es bastante nueva pues registra caudales medios diarios del rio Ramis desde el año 1956, contándose hasta la fecha con sólo 11 años de observación. Los a-

foros realizados en el río Carabaya se efectúan por el sistema de vadeo únicamente en época de estiaje, en el punto denominado progreso y en los alrededores de la bocatoma provisional de la irrigación de Asillo. Estos aforos no se realizan en una sección fija del río, sino que año tras año se selecciona, después de la descarga de avenidas, el mejor lugar para efectuarlos. Las observaciones efectuadas en este lugar, abarcan un periodo de solo 5 años, de 1962 hasta la fecha. El hecho de que en una cuenca tan grande solo se disponga de información proporcionada por 2 estaciones una de ellas de 11 años y la otra de 5 con el agravante de que esta última sólo proporcione datos de la época de estiaje, dá una idea clara de la necesidad de corregir los datos invertidos en este trabajo.

Mediante la magnitud de su cuenca y las precipitaciones correspondientes se ha obtenido analíticamente los caudales de los dos afluentes (río Azángaro y río Ayaviri) del Ramis en función del caudal de este. El resultado obtenido es.

$$\text{Caudal del río Azángaro} = 0.64 \times \text{Caudal del R. Ramis}$$

$$\text{Caudal del río Ayaviri} = 0.36 \times \text{Caudal del R. Ramis}$$

Se adjunta una tabla que determina los principales ríos de la cuenca del Lago Titicaca, así como la superficie de su cuenca, el volumen anual promedio de precipitaciones que drena en dicha cuenca, el volumen medio drenado (este último dato sólo en los ríos que han sido aforados y el coeficiente de escorrentía a base de es

tos últimos datos.

R I O S	Cuenca Km 2	Precip. Anual mm	Precipi- tación a anual mī llones de m3/año	Caudal pro- medio anual millones de m3/año	Coeficien- te de esco- rrentía
RAMIS	19,000	650	12,450	2,600	0.208
COATA	4,940	620	3,062		
SUCHES	3,100	850	2,635		
AZANGARO	8,600	630	5,418	1,170	0.325
AYAVIRI	5,743	600	3,336	858	0.254
HUANCANE	3,630	650	2,359.5		
ILAVE	7,350	500	3,675		

De este cuadro se puede concluir que el coeficiente de esco-
rrentía promedio varía entre 0.2 y 0.35, que será tomada para los
datos de escorrentía y para fines de establecer balances hidroló-
gicos.

Balances hidrológicos.-

Con los datos proporcionados en el capítulo que se acaba de
exponer se puede establecer la ecuación hidrológica. Se expone pa-
ra fines de comparación el balance hidrológico del Lago Titicaca,
hecho por el Ingeniero André Bousset en el periodo 1957-1961, con

75 balances mensuales, lo que dice mucho de la meticulosidad que se puso para dicho balance.

BALANCE HIDROLOGICO DEL LAGO TITICACA

Hecho por el Ing° André Bousset en el período 1957-1961
con 75 Balances mensuales

1957-1961	Masas Millones M3	%	Caudal m3/seg.	Variaciones - %	limites + %
Lluvias	5,160	21.90	163.80	21.80	25.20
Rios peruanos	4,753	20.20	150.60	50.70	27.00
Cuencas Secun- darias del Pe- rú	761	3.2	24.10	44.70	39.20
Cuencas boli- vianas	1,745	7.4	55.40	20.40	16.40
Aguas freáti- cas	11,145	47.30	353.10	2.55	1.73
GANACIAS	23,564	100.00	747.00	13.80	15.70
Evaporación	18,995	80.60	602.00	9.36	5.73
Rio desagua- dero	248	1.05	7.86	35.90	25.00
Pérdidas sub- terráneas	3,586	15.21	114.14	-	-
PERDIDAS	22,828	96.86	724.00	8.46	4.89
Saldo que nos interesa			238.90		
SALDO FAVORABLE	238.90		m3/seg = 47%	de ganancias de rios	

Según Bousset, en tiempo de sequías la disminución de esta ganancia no llega al 35 %.

El índice de seguridad dado es de 95%

CONCLUSIONES.-

- 1.- Con los datos expuestos se puede establecer balances hidrológicos que para los fines de Agua Potable Rural son suficientemente adecuados.
- 2.- Las ganancias de una cuenca están dadas por las precipitaciones que se pueden obtener del plano de isohietas.
- 3.- El otro miembro de la ecuación hidrológica está conformado por:
 - a. Evaporación.- Obtenible por la fórmula de Mayer o en último caso el 50% de las precipitaciones poniéndose en el lado de la seguridad.
 - b. Escorrentía.- Para lo cual se ha establecido en este trabajo que varía de 0.2 a 0.35
- 4.- La evapotranspiración es en la zona del Departamento de Puno despreciable para fines de Agua potable rural, captación de aguas subterráneas, puesto que estas no llegan a ser afectadas por las raíces de las plantas del Altiplano. Por otra parte, dichas plantas no tienen suficiente cantidad ni tamaño de hojas por lo que de realizarse la evapotranspiración,

esta es relativamente pequeña.

- 5.- Para hallar la Superficie de la cuenca se puede hacer uso de la Carta Geográfica Nacional.
- 6.- Cuando se está estudiando una napa subterránea, se ha determinado que, hecho el balance, y hallado el caudal que corresponde a aguas subterráneas, este caudal repartido entre el area de la cuenca dá un gasto por unidad de area. Se ha fijado el rendimiento de 1 lt/seg/Km² como base para determinar si un acuífero es aceptable. Esta cifra es tan solo una apreciación personal del autor sujeta a posteriores reajustes.

REFERENCIAS.-

- "Contribución a la Climatología e Hidrología de la cuenca del Titicaca".- Félix Monheim - 1956.
- "El Clima en la cuenca del Titicaca y su influencia de la producción agrícola".- José Arce Borda.-Fac. de Agronomía U.Nac. de San Antonio Cuzco.
- "Water Supply and Waste Disposal" - Fair and Geyer
- "Ground Water Hidrology" Todd.
- "Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno".- ONERN
- "Mi contribución a la salvación de Puno".-Julio Escobar, Tesis Facultad Ingeniería Civil UNI.

CAPITULO VIIIGEOLOGIA.-Reconocimiento geológico del Departamento de Puno.-

Consideremos 3 zonas en el departamento:

- Cordillera Oriental
- Cordillera Occidental
- Zonas circunvencionales al Lago Titicaca

Cordillera Oriental.-

Se identifican roca subyacentes del Ordovicio y Devónico, plegados en amplio anticlinorium. En el lado Oriental presenta inyecciones de pequeñas masas intrusivas de composición alcalina, pero no hay indicios de volcanismo. Recientes investigaciones geológicas revelaron que la zona de la cordillera estaba limitada por sistemas de grandes fallas, en gran escala. Se identificó sobresurrimientos del Cretácico.

Cordillera Occidental.-

La roca dominante la constituyen las intrusivas del batolito andino y corrientes andesíticas de volcanes.

Al este, existe una planicie altiplánica recubierta con roca volcánica que pertenece al grupo Sillupaca, cuyas característi

cas se verán más adelante en este mismo capítulo. Se observa formaciones del Terciario inferior.

Cuenca del Amazonas.-

Se sabe muy poco de la formación geológica de la Cuenca del Amazonas. Su zona occidental está suprayacente a sedimentos, del Cretácico que se van adelgazando hacia el Sur y el Este. Se nota además que depósitos continentales del Terciario y del Cuaternario ocultan rocas mas antiguas en la parte principal de la cuenca.

Distribución de los tipos de rocas.-

a. Rocas metamórficas.-

Se observan rocas metamórficas en la cordillera Oriental, vertiente este, donde conforman una faja de esquistos, gneis. filitas. Al Este de Nacusani, en la Garganta de San Gabán aparece un pórfido sienítico en el que se insertan en masa de textura afanítica del rojizo al gris, grandes feno cristales de anortoclasa y nefelino. La roca está metamorfizada en un gneiss en franjas en las que la orientación de los fenocristales y matriz dan origen a bandas alternadas claras y oscuras al Este de Ollachea se encuentran pizarras oscuras, filitos y esquistos de biolita (cristales rosados de andalucita). En la región alta, al este del rio Huari Huari, se encuentran vetas auríferas.

b. Rocas sedimentarias.-

Las siguientes secuencias del conglomerados, calizas lutitas y cuarcitas constituyen las secuencias mas antiguas del Perú. Rocas del Ordoviciano y Devoniano.- Constituyente de la Cordillera Oriental, conformadas por lutitas que van del gris oscuro del negro, pizarras y filitos. Tienen espesor de miles de metros. Están plegados los estratos en un anticlinorium de eje paralelo a la dirección de la cadena. Son muy comunes vetas de cuarzo aurífero. El grupo devonido corresponde a la formación Cabanillas segun a Newell.

Rocas del carbonífero y Pérmico.-

Se encuentran rocas del carbonífero en el lado oriental de la península de Copacabana.

Rocas del Triásico y Jurásico.-

Corresponden al grupo lagunillas. El jurásico está representado por sedimentos marinos tales como lutitas rojas, areniscas rosadas, caliza pizarrosa y lutita de color gris oscuro o negro.

Rocas del Cretásico.-

Ocupan grandes extensiones en la región del Lago Titicaca. Corresponden a las formaciones de Sipin y Muni en la ribera occidental, cerca de Pirín. Tambien pertenecen a este periodo las areniscas de Huancané., así como las rocas del grupo Moho cuyos afloramientos son los mas extensos del Cretásico. Se los observa al N.E.

de Azángaro y al S.O de Ilave. Igualmente las calizas de Ayavacas que supra e infrayacen a lutitas poco consistentes en zonas de fallas por levantamientos y pliegues regionales las cuales han sido fuertemente plegadas y contorsionadas. Tal es la razón por la que afloran en forma extraña y dentado ej. Cotacucho, Vilquechico y Muñani.

Rocas del Cenozoico.-

Se las ubica al Sur de Puno, y están conformadas por areniscas continentales de color que varía desde el pardo rojizo al gris achocolatado; conglomerados, lutitas rojas y material volcánico interestratificado su potencia es de 7,000 metros. También se encuentra esta formación en la zona que comprende desde Ayaviri hasta el Cuzco.

c. Rocas Igneas.-

Rocas intrusivas.-

Al este de Macusani se encuentra sienita. Se encuentran Riolita en la margen izquierda del río Santa Rosa en las inmediaciones de la desembocadura en este río, del río Parina.

REFERENCIAS.-

- "La regionalización del Perú para el desarrollo, región # 5 Puno"- Costa, Pérez Godoy, Quiroga, - Tesis Fac.Ing.Civil UNI.

Zonas circunvecinas del Lago Titicaca.-

La secuencia estratigráfica básica de la región del Lago Titicaca fué establecida inicialmente por Norman D. Newell, bajo estos fundamentos se han hecho posteriormente numerosas correlaciones, lo que dieron como resultado los conocimientos de estratigrafía, que se tienen como información geológica en el departamento.

Norman D. Newell presenta en el Boletín de la Sociedad Geológica del Perú Tomo XVIII un interesante trabajo sobre la estratigrafía del Lago Titicaca, adjuntando cortes de la corteza terrestre en esta zona, lo que incluimos en este trabajo por considerarlo importante en el estudio de las posibilidades de aguas subterráneas.

Para confeccionar estos cortes, el autor ha identificado numerosos grupos que constituyen secuencias estratigráficas típicas, denominándolas con el nombre del lugar donde más se distingue la formación.

Secuencias estratigráficas.-

1.- Formaciones cuaternarias.-

- a. Depósitos aluviales.- Constituido por terrazas
- b. Depósitos de morrenas.- En valles de origen glaciar.

Esta formación no ha sido observable en la cuenca misma del Titicaca, exceptuando los valles que están alrededor de los 5,000 m. sobre el nivel del mar.

2.- Formaciones terciarias.-

- a. Arcillas del rio Azángaro (Ta).- Que constituyen depósitos del antiguo Lago Ballivian, antecesor del Titicaca.
- b. Sillapaca.- (T_S).- Constituida por productos volcánicos: andesita, y derrames basálticos, tufos y brechas los cuales forman parte de la cobertura de la Cordillera Occidental de los Andes.
- c. Tacaza.- (T_T).- Constituida por productos volcánicos: derrames basálticos y arkosas rojas en la parte baja; aglomerados de andesita y tufos de dacita encima.
- d. Grupo Puno.- (T_P).- Areniscas que van del rojo al chocolate, arkósicas y localmente tufaceas. Son comunes la andesita y la cuarcita con interlaminaciones de pizarras de color chocolate.

3.- Cretácico.- (K)

- a. Muñani (K_{Mñ}).- Areniscas arkósicas de color rojo ladrillo e rojizo, que no contiene material volcánico.
- b. Vilquechico (K_V).- Pizarra olivo-gris oscuro, silicosa con varias capas de cuarcita blanca.
- c. Gotacucho (K_C).- Arenisca maciza rosada o roja, colocada entre capas de greda yesíferas de color rojo; contiene una capa extensa de arenisca de probable origen eólico.
- d. Moño (K_M).- Principalmente pizarra; la parte superior oscura o gris olivo con capas de cuarcita gris; la parte inferior abigarrada a rojo ladrillo con la persistente caliza

de Ayabacas de erigen marine cerca de la base.

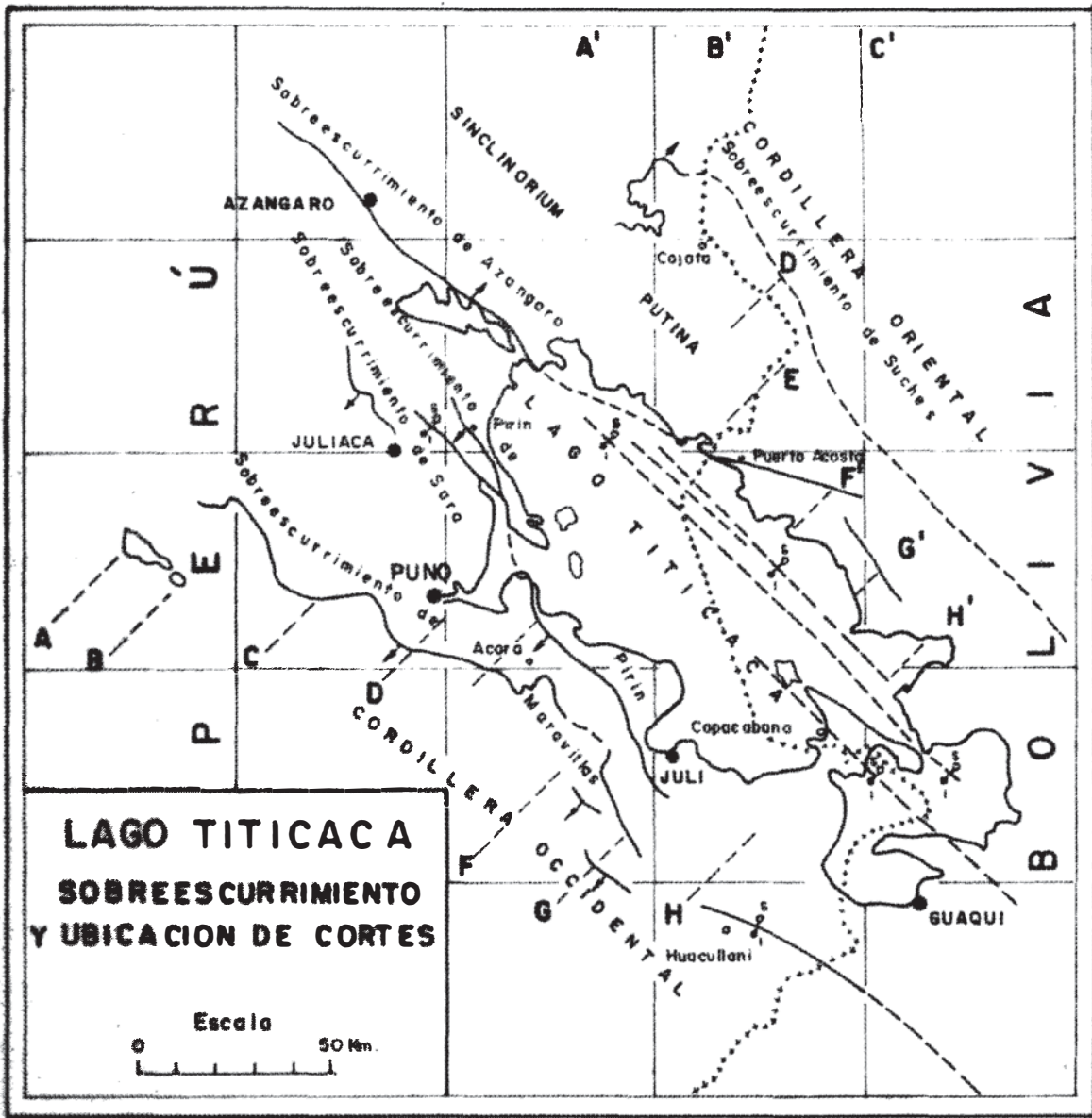
- e. Huancané (K_h).- Constituido por areniscas de grano grueso, color castaño claro con una capa eólica persistente.
- f. Muni (K_{mu}).- Pizarras de color castaño, rojizo-pardo o marrón con delgadas calizas marinas que son fosilíferas.
- g. Sipin.- Calizas muy arenosas y con pizarras carentes de fósiles.

4.- Jurásico.- Grupo lagunillas (J₁).- Pizarra que varía del gris oscuro al negro, caliza gris oscuro y cuarcita gris que yendo hacia arriba cambia a capas rojas, fosilífera en toda su secuencia; de erigen marino.

5.- Pérmico.- Grupo Cepacabana (P_c).- Caliza con sílex de color gris, maciza; pizarras intercaladas con gredas de color gris y rojo en la base reposa una secuencia de pizarra gris oscuro y negro. Localmente (arenisca de Tiquina) reposa una arenisca roja no fosilífera en la parte superior.

6.- Devónico.- Grupo Gabanillas (D_c).- Pizarra y pequeñas cantidades de cuarcita de color negro o gris verde. Se desconoce el contacto basal del devónico.

Conclusión.- La información expuesta en este capítulo ha ayudado en la investigación de fuentes en el departamento, así en los estudios de los acuíferos de Chua Chua en Zepita y Gabana se hizo uso del plano de cortes adjunte. La información de Geología en el departamento es amplia y hay diversas fuentes de información. Por consiguiente es fácil determinar para una determinada zona las unidades litológicas que son importantes en el estudio de aguas subterráneas.



REFERENCIAS.-

- "Investigaciones geológicas en la zona circuncinal al Lago Titicaca".- Norman D. Newell, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. Tomo XVIII.

CAPITULO IX

H I D R O G E O L O G I A

Información de uso de Aguas Subterráneas en el Departamento, antes del Plan Nacional de Agua Potable Rural.-

Ayaviri.-

Manantiales existentes a unos kilómetros al E. de la ciudad, arrojan un gasto promedio de 8 lps, perteneciente al sistema artesiano Ayaviri, que se describirá detalladamente mas adelante.

Galapuja.-

Existe un pozo excavado en la Plaza de Galapuja en donde la napa está a 6 m. No se logró información precisa sobre el rendimiento de este pozo pero los datos proporcionados por los vecinos inducen a pensar en la buena cantidad de agua obtenida. La bomba utilizada era accionada por energía eólica. El equipo fué abandonado probablemente por falta de mantenimiento, o negligencia.

Caracoto.-

Existe un pozo perforado por el Servicio Cooperativo de Producción de Alimentos al SO de Caracoto. Su profundidad es de 4 metros y penetra 14 metros en acuífero de arena y grava. El diámetro del forro es de 8" y su rendimiento es de 80 lps. El acuí-

fero pertenece al sistema artesiano Umayo Coata.

Chucuito.-

Existe el manantial "Murinlaya" de 4 lps. este manantial abastece las instalaciones de la estación experimental de cría de truchas y también fué utilizado posteriormente por el Plan Nacional de Agua Potable Rural para el abastecimiento de la población de Chucuito.

Estación de Pucará.-

Los pozos excavadas en las inmediaciones tienen exceso de cloruros, aunque no se sabe exactamente la concentración. Existe hacia el N, a 4 km. un manantial de agua de buena calidad que dá 3 lps. utilizado por el Plan Nacional de Agua Potable Rural posteriormente para abastecer a dicha población.

Granja Chuquibambilla.-

Existe un pozo excavado de 2 m de diámetro y 12 m de profundidad, donde la napa está a 4.5 m. Se extrae 35 m³. día mediante bombeo.

Hacienda San Antonio.-

A 14 km. al NO de Ayaviri, existe un pozo excavado, donde la napa está a 3.6 m. debajo de la superficie del terreno. Se des conoce su rendimiento.

Huancané.-

Al NO existe un manantial que rinde 6 lps.

Juliaca.-

Existe un pozo perforado que tiene una profundidad de 62 m. El nivel estático estpa a 4 m. y su rendimiento es de 30 lps. El acuífero está conformado por 5 m. de arena y grava. Tuvo que ser abandonado por que se enarenó.

Puno.-

El actual abastecimiento es a base de una galería filtrante de 12.80 m. de 21 cm de ancho y de profundidad que oscila entre 1.4 a 1.80 m. Su rendimiento es de 24 lps. lo cual es deficiente para la actual población de Puno. La conducción está constituida por un acueducto de concreto de 30 cm. de ancho por 14 km. de longitud.

Puno.-

Los Ferrocarriles de Sur tienen un pozo excavado de 4 m. de diámetro por 6.80 de profundidad. El nivel estático está a 4.50.

HIDROGEOLOGIA.-

En realidad muy poco se ha hecho con respecto a la investigación de aguas subterráneas en el departamento de Puno, habiendo clara evidencia de este recurso. En efecto los balances hidrológicos de carácter general, realizados en la cuenca del Lago Titicaca revelan a pesar de la escasa información pluviométrica un desequilibrio entre la masa anual aportada por los ríos que descargan al lago, y la masa evaporante de este, la cual es muy superior a la primera. En consecuencia, la única explicación razonable para este fenómeno es la alimentación por flujos subterráneos del Lago Titicaca. Pero sin lugar a dudas la mas clara evidencia de que existen napas acuíferas alimentadoras del Lago es la existencia de numerosos pozos actualmente en explotación en grandes areas del Altiplano. Se calcula que sólomente en las pampas de Ilave y Acóra existen mas de 12,500 pozos en explotación, que si bien es cierto son de poca profundidad y con fines exclusivamente domésticos, revelan las grandes posibilidades de su explotación en gran escala.

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), en colaboración con la Dirección de Irrigación del Ministerio de Obras Públicas por intermedio de su departamento de Geotécnia y de su asesor el Ing° Pierre Taltasse, experto hidrogeólogo de las Naciones Unidas, emprendió el año 1963 una investigación hidrogeológica de la llamada zona de prioridad I, que

comprende la parte central del departamento en un area de 13,882 kms. se llegó a la siguiente conclusión:

El reconocimiento hidrogeológico, acompañado de un inventario sumario de los indicios de agua e informaciones referentes a las necesidades de agua, sea para Agricultura, Servicios Potables e Industria, han permitido constatar:

a) La existencia de dos sistemas Hidrogeológicos:

- Sistema a presión en terrenos calcareos
- Sistema freático en depósitos fluviales

El basamento impermeable está constituido por rocas cristalinas y formaciones de Flysh en diferentes grados de metamorfismo.

b) Los rasgos estructurales principales desde el punto de vista hidrogeológico, lo constituyen las fallas y pliegues.

Las fallas permiten en parte la alimentación de las napas y controlan su circulación y los pliegues dan lugar a las napas en carga e en presión.

G E O L O G I A

GENERALIDADES.-

Las unidades litológicas aflorantes en la zona de prioridad 1 son de naturaleza ignea, sedimentaria y metamórfica.

Se hará una descripción sumaria de ellas de acuerdo a su posición en la secuencia general observada desde el punto de vista hidrogeológico.

Los diferentes tipos de rocas intrusivas, no obstante tener edades diferentes las subdividimos bajo la rúbrica de "Substratum Cristalino" porque constituyen en cualquier caso la base de la secuencia.

En la rúbrica de "Formaciones Metamórficas" denominamos "Flysh" a la secuencia alternada de areniscas y arcillas y las hemos agrupado desde las más jóvenes, de acuerdo a sus características y grado de metamorfismo en flysh rojo, Ocre-Gris y violeta.

A.- SUBSTRATUM CRISTALINO.-

1. Granito.-

a. Granito a Ortosa.-

Sus afloramientos son observables, aguas arriba, en ambos márgenes del río Lampa, entre la ciudad de Lampa y la mina de Palca, en donde tiene una coloración rosado rojiza. En este lugar se presenta como parte de un batolito intrusionando rocas metamórficas e infrayaciendo a volcánicas tipos riolíticas y andesitas. Entre Paucarcolia y

Totorani (Puno), se presenta esporádicamente infrayaciendo en discordancia a volcánica del tipo basalto; tiene aspecto gris y manifiesta intemperismo esferoidal.

b. Granito a Plagioclasa.-

Sus afloramientos se observan como pequeños "stocks" de color gris entre Azángaro y C° Huisallani al NE de Santiago de Pupujas.

En este lugar presenta escamas indógenas y alteración en escamas. En una quebrada al sur de la hacienda San Antonio (12 kms al NW de Ayaviri), se presenta intrusionando rocas metamórficas; corneana aguas arriba y areniscas aguas abajo.

Aflora entre Santa Rosa y Nuñoa y 15 km. al Sur de Santa Rosa (pichacane), intrusionando y metamorfolizando rocas calcareas.

2. Microgranito.-

Bien expuesto en Pucará en donde intrusiona rocas metamórficas (Flysh ocre y Flysh violeta).

En esta roca aflora como bordura del granito

3. Diorita.-

Su afloramiento más notable está en Juliaca, intrusionando, rocas metamórficas y calcareas; también aflora al Sur de la carretera entre Juliaca y Cabanillas.

B.- FORMACIONES METAMORFICAS.-

1. Flysh Rojo.-

Constituye la base de la secuencia metamórfica y está constituido por alternancias de estratos de esquistos os curos y cuarcitas; sus afloramientos mas notables están en: Juliaca en donde inflayace discordantemente rocas cal careas e intrusionadas por stock diorítico, con una posi ción general de N 50° y buz. 25° SE; entre Chupa y Sali - nas (Azángaro), infrayaciendo en discordancia a rocas cal careas e intrusionando por rocas cristalinas, con posi ción general de N 34° buz 30° H.

Al W. de Juliaca (6 km mas o menos), en C° Chacas, tiene N 320° y buz 60-70° SW.

Entre Ayaviri Umachiri tiene posición general de N 30° y buz 50 NE.

2. Flysh Ocre-Gris.-

Arenisacas y arcillas de color gris o re sufrayecen al Flysh rojo. Sus afloramientos mas notorios estan: Norte de Santiago de Pupuja, en donde tienen rumbo N 320 y buz 30°-35°W. Están en contacto discordante con las areniscas rojas e infrayacen al flysh violeta.

En C° Sapía, al NW y adyacente a Tirapata, en donde tie - nen rumbo N 31° y buz 40-20° SW.- En este lugar está cor - tado por fallas Sur de Taraco, plegado en un anticlinal,

que tiene eje N 135°. Los estratos tienen en el flanco NE rumbo N 130 y buz 60° al NE y el flanco SE, rumbo N y buz 20-25° SW.

3. Flysh Violeta.-

Constituido por alterancia de areniscas y arcillas color violeta. Sus afloramientos mas notables están en Cerros adyacentes a Calpuja en donde tienen rumbo N 130° y buz 35 - 40° SW; Cerros adyacentes a Nicasio, en donde mantiene la misma posición. Al norte de Santiago de Pupuja, es donde sufrayace al Flysh Ocre-Gris, tiene rumbo N 320° y buz 30 - 35° e infrayace en discordancia a rocas calcareas. En los cerros adyacentes a Calapuja se observa inter-estratificación de lechos de flysh violeta con los de flysh ocre-gris, haciéndose mas potente y homogéneo el flysh violeta hacia el Norte.

C.- FORMACION CALCAREA.-

Constituida desde las mas antiguas a las mas jóvenes, por calcareos carolinos. También, como resultado del metamorfismo, se encuentran los calcareos cypolina.

1. Calcareos margosos.-

Constituyen la base calcarea de colores pardo a rojizo. Generalmente no presentan rasgos definidos de estratificación y siempre infrayaciendo concordantemente a los calca

reos litográficos. Sus afloramientos mas notables están en los cerros adyacentes al SW de Caracoto, en C° Ylpa a al NW de Paucarcolla en cerros adyacentes a la Hacienda Buena Vista al sur de Caracoto y en Capchica.

2. Calcáreos litográficos.-

Generalmente de color marrón oscuro, son los mas duros con relación a los otros calcareos; manifiestan haber sufrido fuerte tectonismo pues la posición de los estratos está perturbada. Los afloramientos mas importantes son:

Entre la Usina de Cemento (Caracoto) y el C° Ylpa al NW de Paucarcolla como una faja que tiene una posición general N-NW S SE que se unde en dirección al Lago Titicaca; el otro flanco aflora en los cerros de Huata.

Estos cerros constituyen el acuífero en presión del sistema Ylpa Huata.

Otros afloramientos, menos interesantes desde el punto de vista hidrogeológico, lo constituyen los calcareos de Capachica y Pusi que tienen en general rumbo N. 170 y buz 15-30° SW. En estos lugares suprayacen en discordancia al flysh ocre-gris y a las areniscas rojas. Afloramientos del C° Pucar'a al NE de Tirapata y en el cerro Paccocahua al NW de Santiago de Pupuja sufrayaciendo en discordancia al Flysh violeta.

También aflora entre Santa Rosa y Pichacane, mas o menos a 15 km al Sur de Santa Rosa.

3. Calcáreos Amarillos.-

Se caracteriza por su color amarillo castaño, son blandos. Sus afloramientos mas notables están en los alrededores de la laguna Llungo, al Norte de la laguna de Umayo. Sus estratos no mantienen posición definida.

En C° Pucará al NE de Tirapata, sufrayacen a calcáreos li tográficos y tienen posición N. 70°; buz 30° 35° NW. Están en contacto discordante con areniscas rojas.

4. Calcáreos coralinos.-

Son importantes pues constituyen el Sistema a presión de Auaviri.

Son de color blanco y duros. Sus afloramientos más importantes se encuentran en los alrededores de Ayaviri, como en C° Paucarcolla a 12 km al NW. de Ayaviri en donde tienen rumbo N 40 y buz. 30° SE. y están instrusionados por un macizo diorítico.

En la quebrada de Punco (1 km al N. de Ayaviri), tiene rumbo N 50° y buz 15 SW; en este lugar alterna con margas y está afroyándose en su macizo volcánico; Traquita e infrayace a areniscas rojas.

Igual posición y relación stratigráfica se observa entre el puente de Ayaviri y Hacienda Urcuya a unos 8 km al SW del puente.

5. Cypolinas.-

Originados por metamorfismos de calcáreos coralinos.

Aflora en el C° Paucarcolla, en donde el macizo diorítico intrusióna calcáreos coralinos.

D.- FORMACION DE ARENISCAS ROJAS.-

Constituída por una secuencia de estratos de areniscas de color rojo, de granos heterométricos, variando desde finos a conglomerádicos. Es importante en el aspecto hidrogeológico, pues constituyen la roca "sello" en el sistema de presión de Ayaviri.

Sus afloramientos cubren discordantemente rocas mas antiguas y están distribuidos ampliamente en la zona. Así se les ubica en los alrededores de Puno, entre Totorani - Tiquillacavique, en donde infrayace discordantemente a derrames basálticos y constituye el flanco Sur del anticlinal con eje N 130°, mientras que en C° Sullata y cerro adyacente a la Hacienda Cochela forman sinclinal con eje N. 300°.

Aflora en Ayabacas, en contacto discordante con flysh ocregris rumbo N. 350° y buz 30°-35° E.

En alrededores de Ayaviri y tambien en Santa Rosa, cubriendo calcarios litográficos y microgranitos con rumbo N. 155° y buz 20° SW.

Entre Santa Rosa y Nuñoa con rumbo N. 140° y buz 50-60° NE.

En pichacane entre Ayaviri y Umachiri discordante sobre esquistos y cuarcitas.

Entre quebrada Puno (al NW. de Ayaviri) y Hacienda Urcuya, (Al SW. de Ayaviri) cubren calcáreos coralinos y tienen rum bo general N. 150° y buz 10° SW. e infrayacen a tufos riolíticos.

E.- FORMACIONES RECIENTES.-

1. Volcánicos.-

a. Derrames basálticos.-

Sus afloramientos están bien expuestos en los alrededores de Puno, Paucarcolla, Totorani, Tiquillaca, Vilque, Laguna de Umayo, Atuncolla, cubriendo en discorancia areniscas rojas. Su posición en general es casi horizontal.

b. Derrames andesíticos.-

Afloran en la margen derecha del Valle de Lampa, en C° Pucará, adyacente a la Hacienda Huaita donde constituye basamento de terrazas fluviales.

Entre Ayaviri y Umachiri, en C° adyacente a la Hacienda Cañave, también en el C° Tacana hui.

c. Derrames de tr~~u~~quita.-

Sus afloramientos sob observados en puente de Ayaviri o quebrada del Norte dela ciudad de Ayaviri. Infrayace a margas y calcáreos coralinos.

d. Tufos Riolíticos.-

Los afloramientos mas notables estan en; la rinconada entre Lampa y Cabanillas en contacto con terrazas de inundación; su edad es posterior a la terraza TI.

2. Depósitos recientes.-

Constituídas por terrazas. Se han distinguido cuatro:

a. Terraza IV.-

En la margen izquierda del rio Cupi y en los valles de los rios Lampa y Cabanillas, constituídos por quijarnos no seleccionados con diámetro entre 1 y 3 cms. hasta tectonizados; se observa costras o evaporitas.

En el valle de Cupi, la dirección de la pendiente de la terraza N-S es contraria a la del Valle SW-WE, lo que indica tectonismo reciente.

b. Terraza III.-

Se le reconoce en la Hacienda Huayta, en la margen derecha del rio Lampa, compuesta de cantos pequeños, más o menos seleccionados con diámetros entre 1 cm a 10 cm con matriz areno limosa de color marron-gris. Se le reconoce también en la margen izquierda del rio Cupi.

c. Terraza II.-

Identificada en el valle de Cupi, en la margen dere-

cha del rio Lampa, entre Ayaviri y Umayhiri. Constituida por cantos mal seleccionados, con matriz arenosa de color rojo.

d. Terraza I.-

La que mas interesa en el aspecto hidrogeológico pues constituye el acuífero en el sistema freático de Lampa Cabanillas y Ayaviri. Compuesto de material arenoso con pocos quijarros y matriz de color gris.

e. Terraza To.-

Es la terraza de inundación, es importante por su extensión y por tener buena permeabilidad.

3. Depósitos lacustres.-

a. Travertinos.-

Originados por acción físico química de agua de manantiales sobre calcáreos, los depósitos mas importantes se encuentran entre Pusi y Taraco, cubriendo areniscas rojas y flysh ocre-gris.

b. Costra Calcárea.-

Originadas por acción físico química de agua de lluvias sobre terrenos calcáreos. Constituyen los paleopantanos. Se les encuentra en forma dispersa dentro o sobre depósitos fluviales de pampas.

ESTRUCTURAS.-

Los rasgos estructurales principales desde el punto de vista hidrogeológico, lo constituyen las fallas y los pliegues. Otro rasgo estructural observado es el sobre-escurrimiento.

A.- Fallas.-

Originadas por compresión. Deben jugar rol importante en el sistema de presión Ylpa Huata, por ser vias o conductos, por los cuales se alimenta en parte este sistema hidrogeológico.

Así mismo deben influir en la circulación de la napa, pues son los acuíferos calcáreos los que manifiestan mayor tectonismo.

Las fallas también afectan terrenos metamórficos.

B.- Pliegues.-

Son estas estructuras las que dan origen a los sistemas hidrogeológicas en presión. Así el sistema Yilpa Huata constituido por calcáreos litográficos plegados en un sinclinal con eje NW. SE., buzando hacia el SE. El flanco SW aflora en la zona comprendida entre el C° Ylpa, al NW de Paucarcolla y C° Pucará al SW de Caracoto, con posición general: Rumbo N 340° y buz 20°-25° NE. Al flanco NE. Se le reconoce en los cerros de Huata con posición general rumbo N 330° y buz 25°-30° SW.

El sistema de Ayaviri constituido por calcáreos coralinos

plegados en sinclinal con eje NW-SW. El flanco NE. tiene rumbo N. 150° y buz 10° - 15° SW. En el flanco SE tiene N 30° y buz 15° - 20° SE.

Se ha observado también pliegues en formaciones metamórficas, tales como los anticlinales y sinclinales entre Pusi y Taraco, con eje con dirección general N. 330° , También en formaciones de areniscas rojas, con anticlinales y sinclinales entre Atuncolla y Laguna Umayo.

C.- Sobre-escurrimientos.-

El más notorio es el de cerro Antana al N y adyacente a Santiago de Pupuja, en donde se observa esquistos y cuarcitas cabalganco sobre areniscas rojas. Tiene posición N. 300° y buz 50° NE.

HIDROGEOLOGIA.-

Los estudios realizados en la llamada Zona de Prioridad I (parte central del departamento), han evidenciado la existencia de dos sistemas hidrogeológicos bien definidos por sus terrenos acuíferos y su disposición tectónica particular.

A.- Sistemas en Presión.-

1.- Umayo-Huata

2.- Ayaviri

B.- Sistemas freáticos.-

1.- Napa freática de Ayaviri

2.- Napa freática Lampa-Cabanillas

A.- Sistema Umayo- Huata.-

1.- TERRENOS ACUIFEROS.-

Están constituidos por calcáreos margosos y litográficos (Llungo, Ylpa, Caracoto, Usina de Cemento) plegados en un sinclinal con eje NW - SE cuyo flanco occidental aflora entre el C° Ylpa y la Usina de Cemento y el flanco oriental aflora entre Huata y Coata. El eje de este sinclinal se hunde en dirección SE.

Estos calcareos presentan intensa fisuración y fallamiento que los hace enormemente permeables. Esta permeabilidad es aimentada por acción físico química disolvente del agua de precipitación. La potencia de este acuífero aun no se ha determinado.

2.- TERRENOS DE BASAMENTO.-

Constituido por rocas cristalinas en el sector Paucarcolla Totorani y por Flysh rojo en Caracoto.

3.- TERRENOS DE SELLO O CUBERTURA.-

No son observables, pues la zona entre Ylpa y Huata está constituida por terrenos fluviátiles, aunque es de suponer que están constituidos por las areniscas rojas que en el sector Ylpa y Laguna Umayo afloran cubriendo los calcáreos.

ALIMENTACION.-

Este sistema se alimenta por filtraciones directas a travez de fallas y fracturas en terrenos areniscos y calcáreos de precipitaciones fluviales y de agua superficial (agua de rios que tienen como cuenca de recepción la laguna Umayo). Una fuente importante de alimentación lo constituyen las aguas de la laguna de Umayo, con una cuenca de 1,300 km². apróximadamente, que se filtra a travez de fallas y fracturas en areniscas rojas y por infiltración de las aguas de las lagunas adyacentes (Laguan Llungo) en calcáreos amarillos.

CIRCULACION.-

De tipo "Karstico", gobernado por la tectónica particular de la zona, en este caso representado por un sinclinal en calcáreos cuyo eje NW-SE se ubica entre C° Ylpa y Huata, buzando hacia el SE o Lago Titicaca. La dirección del buzamiento del eje SE sería pues la dirección general de circulación de este sistema.

La circulación dentro de este sinclinal a su vez debe estar controlada por el sistema de fallas, las que afectan intensamente en particular los terrenos acuíferos constituidos por calcáreos. El caracter en presión de este sistema se manifiesta en el manantial Nuñore de Huata, en donde el agua es elevada hasta 1 m. sobre el

nivel del manantial, especialmente en época de lluvias.

FUTURO DE LA NAPA.-

El Lago Titicaca constituye el nivel de base o cuenca de recepción para las aguas subterráneas que circulan en el Altiplano; hacia este nivel de base drenan la mayor parte de las aguas de este sistema.

Una parte de las aguas de este sistema emerge como manantiales, ya sea en el mismo calcáreo como consecuencia de su topografía superficial o aprovechando fisuras tales como los manantiales (dos) en la Hacienda Ylpa, Hacienda Ghujura (sesenta) etc. Estos manantiales emergen por dos causas:

- Diferentes permeabilidad entre las rocas que constituye las elevaciones y el material de la pampa
- Presión hidrostática del Lago Titicaca que actúa como represa de las aguas que hacia él circulan.

B.- Sistema de Ayaviri.-

1.- TERRENOS ACUIFEROS.-

Formado por calizas litográficas y calcáreos coralinos.

Los lugares en que aflora son. Qda. Pichacane, Hda. Ollanta y C° Umasutu.

La estructura que controla este acuífero es un sinclinal con eje general NW-SE; los afloramientos calcáreos corresponden a los flancos de la estructura en los extremos de

la pampa.

2.- TERRENOS DE BASAMENTO.-

Constituidos por granito, microgranito en Quebrada Pichacane y Santa Rosa, Flysh violeta al N de Santiago de Pupuja y Portraquita en los alrededores de Ayaviri; la traquita juega un papel de trampa hidrogeológica y su presencia en superficie obliga a la napa a aflorar en forma de manantiales: ejm. manantial termo-sulfuroso de Ayaviri (30°).

3.- TERRENOS DE CUBERTURO.-

En la zona de pampas, el acuífero está cubierto por las areniscas rojas y encima de estos, los depósitos fluviales.

Haciendo un croquis transversal en la dirección NE-SW., terrenos en que la napa está en carga, presionado por las areniscas rojas y depósitos fluvio-aluviales, de tal manera que solo afloran manantiales en los flancos donde el calcáreo está en la superficie, Ej: Hda. Ollanta, C° Antamarca.

ALIMENTACION.-

Se supone que la mayor parte de la fuente de alimentación la constituyen las lluvias en la zona desierras, donde se infiltran en los calcáreos que son permeables por fisuración.

CIRCULACION.-

Es del tipo "Kárstico", la estructura sinclinal que controla la circulación, se manifiesta por los manantiales ya mencionados.

FUTURO DE LA NAPA.-

Este sistema drene en la dirección NW-SE hasta los alrededores de Ayaviri, donde la napa es en parte interceptada por las traquitas, provocando su afloramiento en manantiales.

Sistemas Freáticos.-A.- Napa de Ayaviri.-1.- TERRENOS ACUIFEROS.-

Constituido por materiales fluvio-aluviales en ambos márgenes del río Ayaviri y que forman las terrazas T1 y T00 (Terrazas de inundación).

Estas terrazas se extienden entre Santa Rosa, Ayaviri y Pucará y también en el valle de Cupi, formado por un río afluente del Ayaviri, en donde están bien expuestas, la litología constituida por material arenoso lamoso, con pocos guijarros mas o menos 20% que tienen diámetro de 1 cm. a 5 cm.

2.- TERRENOS DE BASAMENTO.-

Entre Santa Rosa y Chuquibambilla constituido por el

Sustratum Cristalino aflorante en ambas márgenes del valle. Entre Umachiri y Chuquibambilla, constituido por formaciones metamórficas (Flysh rojo). En la margen izquierda del rio Cupi es desconocido pues reposan sobre terrenos calcáreos; en su margen derecha, constituidos por volcánicos: Andesita y tufus riolíticos.

En la margen derecha del rio Ayaviri, entre la ciudad de Ayaviri y Chuquibambilla, constituido por areniscas rojas y volcánicas: Traquitas y Andesitas.

ALIMENTACION.-

Esta napa es alimentada por:

- Filtración de aguas de lluvias sobre material de terrazas, particularmente en época de avenidas.
- Filtración de aguas del rio Ayaviri y aportes de rios y quebradas afluentes (Ej. Rio Cupi) en material de terrazas.
- Aportes del acuífero artesiano, sea por contacto con el material de terrazas (caso manantial Hda. Ollanta) o sea por fracturas como en el caso de manantial termal Ayaviri en Terrazas 1.

CIRCULACION.-

La circulación de la napa controlada por la pendiente de la superficie topográfica del basamento impermeable, tiene dirección general NW-SE., que coincide con la dirección de la

pendiente de la topografía superficial.

FUTURO DE LA NAPA.-

Tal como se ha afirmado anteriormente, el Lago Titicaca constituye el nivel de base o cuenca de recepción para gran parte de las aguas superficiales del altiplano. No obstante algunas veces como en la Hda. Sorani, en el valle de Cupi y en diversos sitios de la pampa entre Ayaviri y Umachiri, esta napa aflora en superficie aprovechando de presiones topográficas y constituyendo pantanos en donde por efecto de evaporación precipitan sales, generalmente calcáreas las que quedan como costras.

B.- Napa de Lampa Cabanillas.-

Constituido por material de terrazas T - II - T I, y To bien espuestos en Hda. Huita en la carretera entre Lampa y Cabanillas, en la ciudad de Cabanillas.

1.- TERRENOS DE BASAMENTO.-

En la margen derecha constituido por el substratum cristalico-granito en C° Lampa, en C° Pucará, adyacente a la Hda. Huayta y hacia Cabanillas por terrenos metamórficos (Flysh rojo).

En la margen izquierda constituida por formaciones metamórficas y areniscas rojas.

ALIMENTACION.-

- Infiltración de agua de lluvias en material de terrazas.
- Infiltración de aguas del rio Lampa y Cabanillas.
- Aporte de manantiales de las cordilleras al Valle de Lampa caso del manantial mineralizado en el cruce de la carretera a la Hda. Huayta.

CIRCULACION.-

Como en el caso de la napa anterior, controlada por la pendiente topográfica del basamento que es desconocido pero que se puede suponer que coincida con la pendiente topográfica de la superficie NW-SE.

FUTURO DE LA NAPA.-

Drena hacia el Lago Titicaca, aflorando en depresiones topográficas en donde por evaporación precipita sales, las que quedan como costras.

El informe concluye con una proposición del Plan de Trabajo a efectuarse para un mayor estudio de recursos de aguas subterráneas, en él se expone programa de perforaciones, presupuestos, alternativas, etc.

Discusión del Informe.-

- 1.- Los sistemas de aguas subterráneas hallados, corresponden a fuentes destinadas a satisfacer grandes demandas de agua ta-

les como irrigación. Para pequeños abastecimientos de Agua Potable, existe un sin número de cuencas que alimentan napas de menor magnitud que las mencionadas en el informe, que para los fines requeridos por el Plan Nacional de Agua Potable Rural, satisfacen plenamente. Tal es el caso de la napa existente en la pampa Chua Chua, y la napa de la margen derecha del río Cabanillas, ambas dos estudiadas en esta tesis, y que a continuación vamos a exponer.

2.- El estudio en referencia corresponde sólo a la zona llamada de "prioridad I" que comprende la parte central y occidental del departamento, quedando la parte norte y la parte Sur en segunda prioridad, por lo que el citado informe no es completo para todo el departamento de Puno.

ACUIFERO CHUA CHUA.-

Para dotar de Agua Potable a la localidad de Zapita, provincia de Chucuito, fué preciso hacer un estudio hidrogeológico de la zona, hallándose un sistema freático, en la pampa de Chua Chua adyacente al pueblo de Zepita, cuyas características se nombran a continuación:

Basamento.- Formación terciaria constituida por areniscas rojas, y por rocas volcánicas en las proximidades del C° Ccapía.

Límites de la cuenca.- Por el Norte y Nor Este con el C° Ccapía, por el Sur y Sur-Oeste con la cadena de cerros de formación ter -

ciaria, tipo areniscas, por el oeste con el Lago Titicaca y una pequeña parte hacia el Nor-Oeste limita con otra cuenca hacia la zona de Yunguyo.

Terrenos Acuíferos.- Constituidos por material de aluvión del cuaternario. La permeabilidad resultó ser $K = 0.0103$ cm/seg.

Alimentación.- Se considera que la totalidad lo conforma la infiltración de aguas de lluvia en terreno aluvional.

Rendimiento.- Se ha hecho el balance hidrológico en la cuenca y se ha obtenido lo siguiente:

Area de cuenca = 280 km².

Evaporación = 514 mm.

Excorrentía = Se consideró 2 m³/seg. durante 15 días

Luego hay 13'488,000 m³/año = 425 lt/seg.

El rendimiento por Km² es:

$$\frac{13'488,000 \times 1,000}{31'536,000 \times 280} = 1.56 \text{ lt/seg/Km}^2.$$

Movimiento.- Se desplaza hacia el Lago Titicaca

ACUIFERO DE MARGEN DERECHA DEL RIO CABANILLAS

De el cual se captó para el sistema de abastecimientos de Gabana.

Terrenos acuíferos.-

Lo conforma material de terrazas, compuesta por material arenoso con matriz de color gris, es orácticamente terraza de inundación.

Terrenos de basamento.-

Analizando los cortes expuestos por Norman D. Newell en el Boletín de la Sociedad Geológica, tomo XVIII, cortes que se adjuntan en este trabajo, y por similitud con la napa Lampa Cabanillas, suponemos que el basamento está constituido por areniscas rojas y por rocas volcánicas extrusivas.

Alimentación.-

- Infiltración de aguas de lluvia en material de terrazas
- Infiltración de aguas del rio Cabanillas

Circulación.-

Centrelado por la pendiente topográfica del basamento.

Situación legal de las aguas subterráneas.-

El desarrollo de las aguas subterráneas en el Perú está sin centrel y sin orientación.

La principal disposición legal sobre la explotación de aguas subterráneas aparece contenida en el código de aguas artículo # 25, que dispone de las obras para explotar aguas subterráneas deben estar a no menos de 50 m de edificios ajenos, ferrocarriles o carreteras, ni a menos de 200 m. de otro pozo, manantial, canal, acequia o abrevadero público.

No hay ningún organismo que recoja, analice sistemáticamente o recopile los datos referentes a aguas subterráneas, a su explotación y aprovechamiento ni tampoco hay algún organismo que lleve a cabo estudios sistemáticos de los recursos de Aguas Subterráneas.

De "Plan Regional para el Desarrollo del Sur".

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- En general en el departamento de Puno la utilización de aguas sub-terráneas es medida práctica y de buenos resultados.
- 2.- Para fines de agua potable rural, las napas subterráneas pueden ser utilizadas mediante pozos excavados, sin pensar en los pozos perforados.
- 3.- Se recomienda en el estudio hidroológico de la zona la utilización de métodos de prospección geofísica para la determinación de la potencia del acuífero, así como la profundidad a que se encuentra el basamento impereable.
- 4.- Hay carencia de información hidrogeológica por lo que es recomendable lo siguiente:
 - a). Estudios de prospección geofísica
 - b). Trazar cartas estructurales del subsuelo
 - c). Hacer perfiles litológicos interpolando los perfiles de las perforaciones.
 - d). Determinar la potencia de la napa, profundidad del basamento impermeable así como el nivel superior del agua subterránea.
- 5.- Determinar la permeabilidad de los terrenos acuíferos.

- 6.- Las aguas del subsuelo en el departamento de Puno son por lo general duras per dureza no carbonatada. Se recomienda pues tener en cuenta este detalle.

REFERENCIAS.-

- "La regionalización del Perú para el Desarrollo", región N° 5 Puno.- Costa, Pérez Godoy, Quiroga, Smal.- Fac. Ing. Civil, UNI. 1963.
- "Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno", Volumen # 2 Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN).
- "Plan Regional para el Desarrollo del Sur".

PROCEDIMIENTOS USADOS POR EL PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE
RURAL EN PUNO, EN EL ESTUDIO DE RENDIMIENTO DE ACUIFEROS

1.- METODO PORCHER.

Para hallar la máxima depresión de un acuífero para un gasto constante de bombeo determinado. Para ello

$Q =$ Rendimiento constante de bombeo

$q =$ Gasto de recuperación del pozo

$t =$ Tiempo de bombeo

$z =$ Depresión

Se tiene:

a. Cuando se bombea

$$Q = q + \frac{dV}{dt} \quad V = \text{volumen}$$

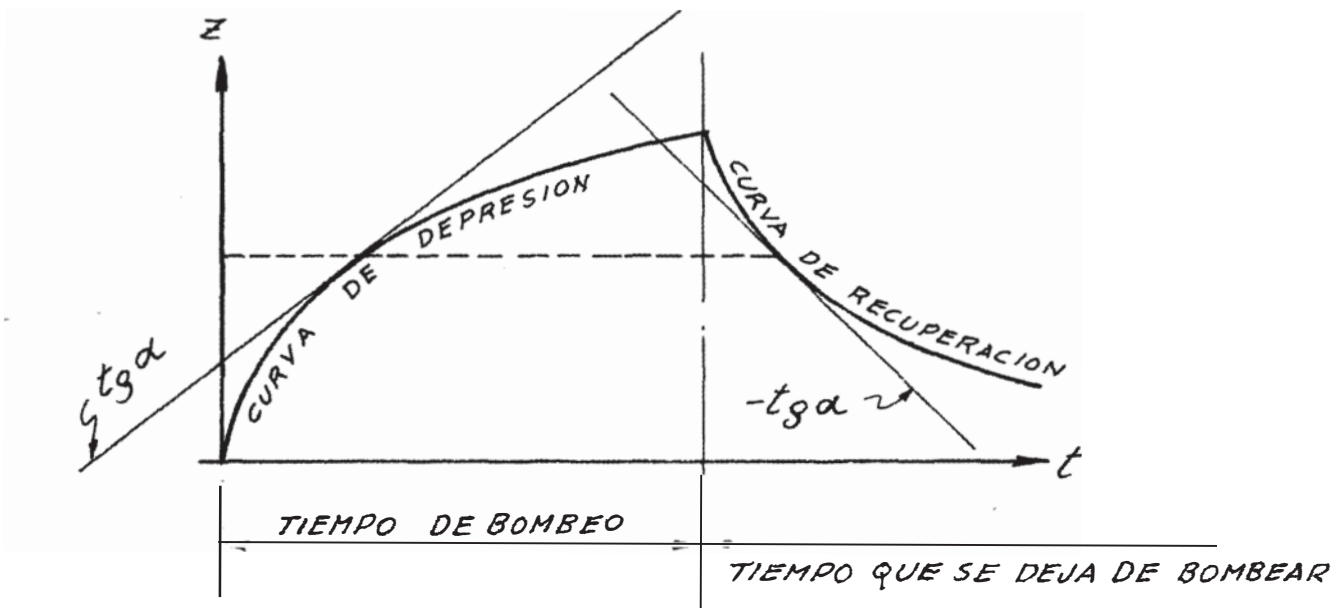
b. Cuando no se bombea

$$q = - \frac{dV}{dt} \quad \text{ya que entra en vez de salir}$$

$$c. \frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dz} \times \frac{Dz}{dt} = \frac{dV}{dz} \times \frac{dz}{dt}$$

$$\text{En (b) } \therefore q = - \frac{dV}{dz} \times \frac{dz}{dt} \quad (1)$$

Graficando z contra t



$$\text{en (a): } Q = q + \frac{dV}{dz} \times \operatorname{tg} \alpha \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{ya que } \operatorname{tg} \alpha = \frac{dz}{dt} \quad \text{en bombeo}$$

de (b) y (1).-

$$q = - \frac{dV}{dz} \times (\operatorname{tg} \alpha') = \frac{dV}{dz} \times \operatorname{tg} \alpha' \quad \text{----- (3)}$$

$$\text{ya que } \operatorname{tg} \alpha' = \frac{dz}{dt} \quad \text{en recuperación}$$

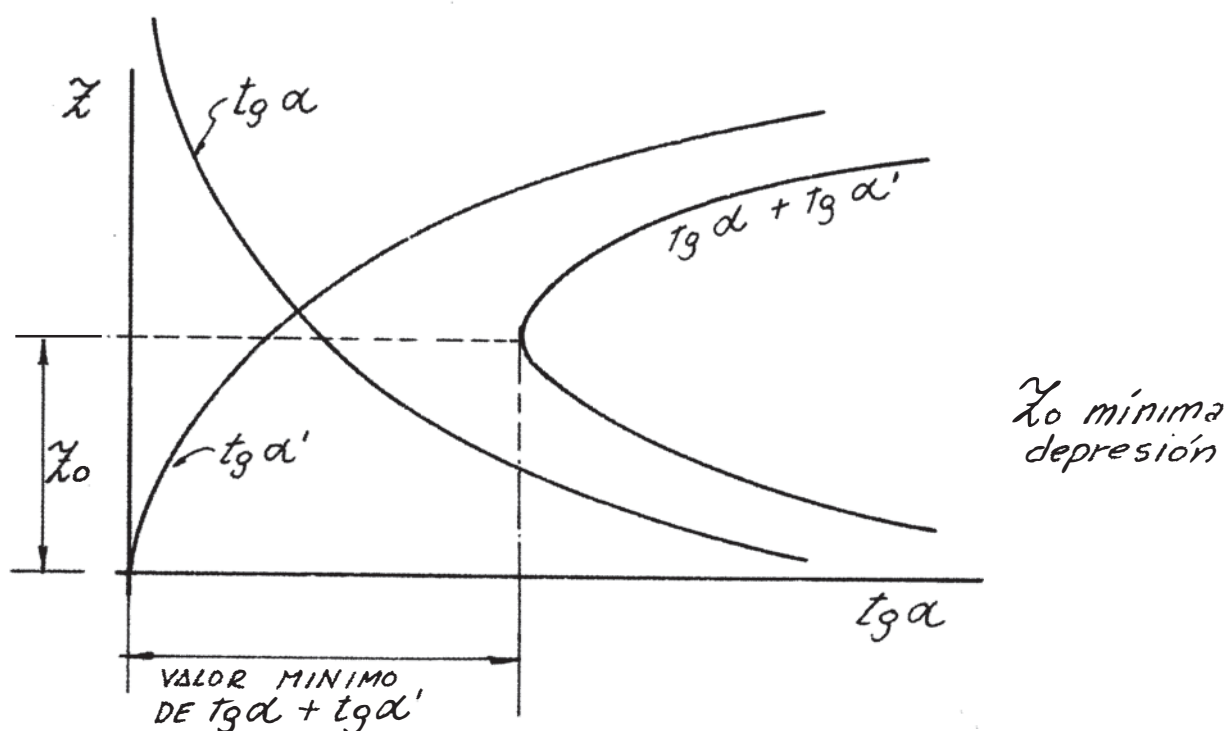
de (2) y (3), eliminando $\frac{dV}{dz}$

$$\frac{Q - q}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{q}{\operatorname{tg} \alpha'} \quad \text{efectuando}$$

$$q = \frac{Q \operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha'}$$

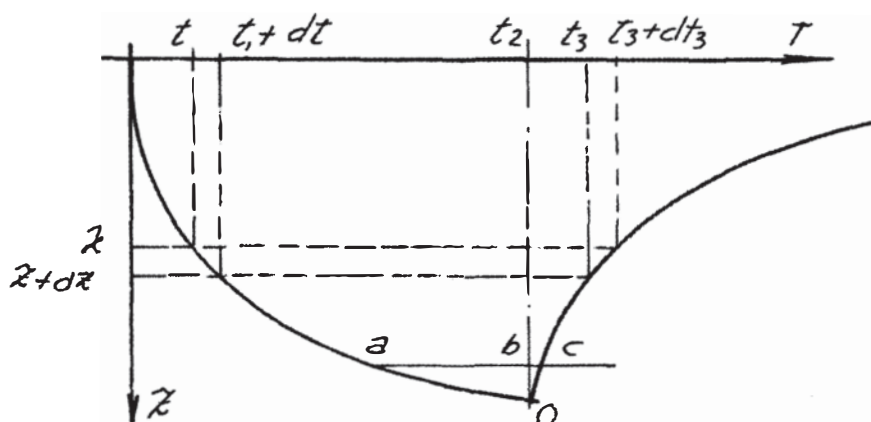
Luego para que q sea máximo, $\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha'$ debe ser mínimo

Graficando z contra $\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha'$



Recomendaciones al método.-

- 1.- El pozo de prueba deberá tener una sección lo mas constante posible ya que de lo contrario, las curvas de depresión y recuperación tendrán interferencias.
- 2.- Para el bombeo, deberá proveerse de una válvula de compuerta y una escuadra semejante a la usada para aforos por parábola, para regular el gasto constante, ya que al deprimir la na pa la altura de succión aumenta, disminuyendo el gasto.



Se tiene

S = Area transversal del pozo

Q = Gasto de bombeo

q = Gasto de recuperación

z = depresión

t = tiempo

$$\begin{aligned} Sdz &= Qdt_1 - qdt_1 && \text{en bombeo} \\ Sdz &= qdt_3 && \text{en recuperación} \end{aligned}$$

de donde:

$$Qdt_1 - qdt_1 = qdt_3$$

despejando:

$$q = \frac{Qdt_1}{dt_1 + dt_3}$$

En la figura se considera aO y Oc rectos. Luego se establece la semejanza de triángulos:

$$\frac{dt}{dt_1 + dt_3} = \frac{ab}{ab + bc} = \frac{ab}{ac}$$

y finalmente:

143.

$$q = Q \times \frac{ab}{ac}$$

Porchet establece que la aproximación es del orden del 10%

Referencias:

- Apuntes de clases de "Abastecimiento de Agua" dictado por el Ingeniero Pflucker.
- "Distribución de Aguas en las Aglomeraciones" Cauvin y Didier.

POZO DE CABANA - RUÑO -

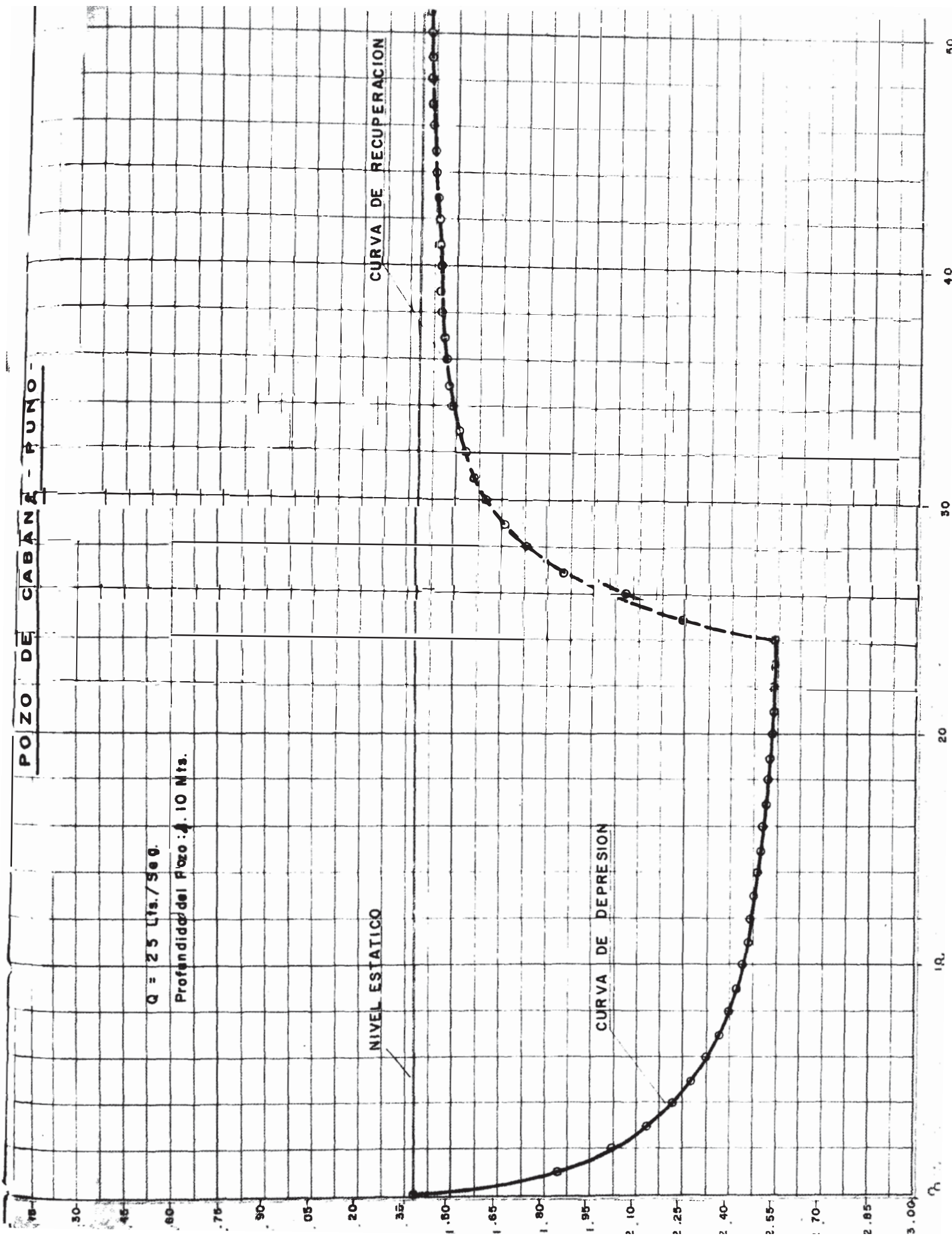
Q = 25 Lts./seg.

Profundidad del Pozo : 4.10 Mts.

NIVEL ESTÁTICO

CURVA DE RECUPERACION

CURVA DE DEPRESION



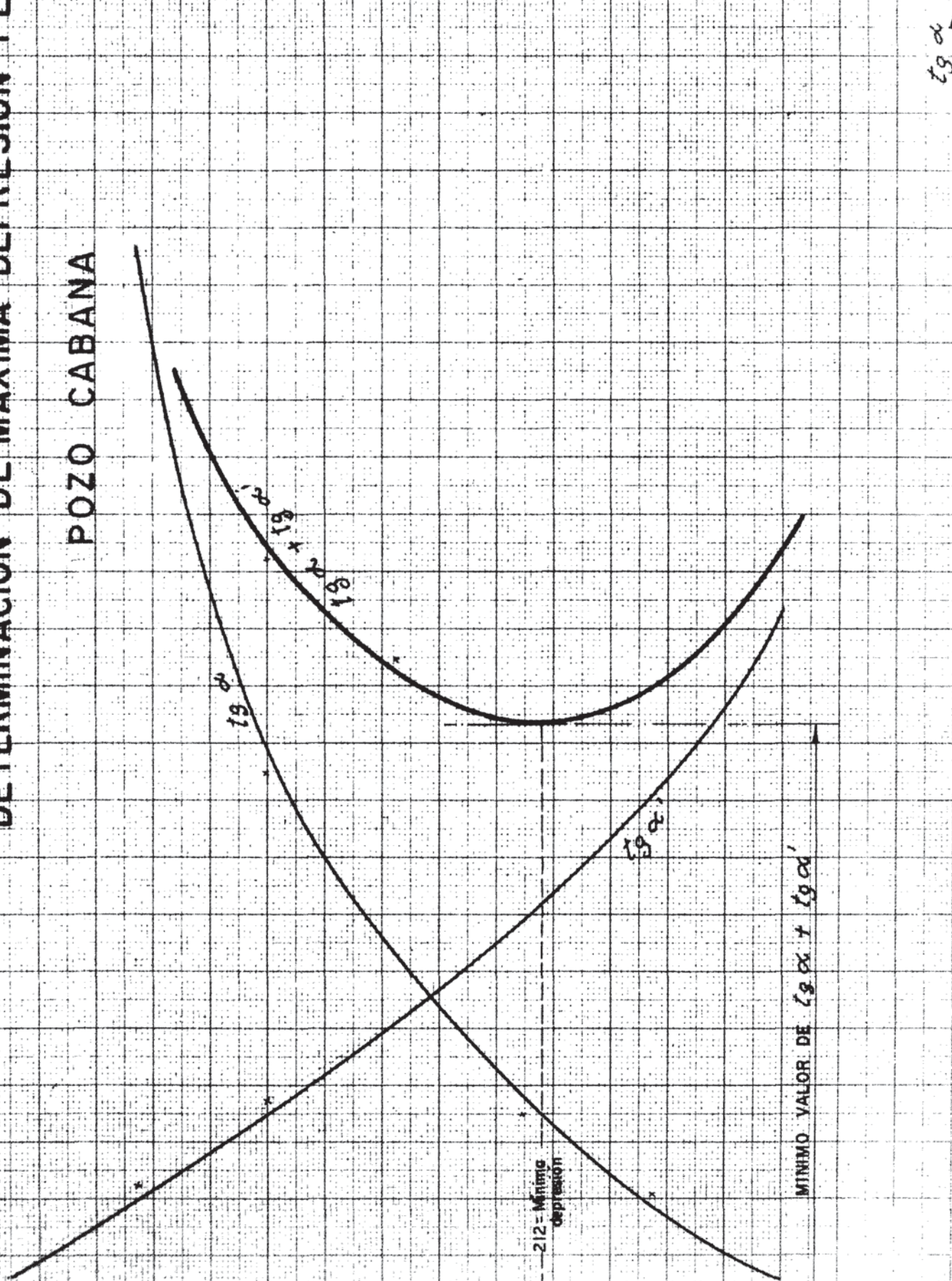
h

m

METODO "PORCHER"

DETERMINACION DE MAXIMA DEPRESION PERMISIBLE

POZO CABANA



212 = Minimo depresion

MINIMO VALOR DE $lg \alpha + lg \alpha''$

$lg \alpha$

3.- DETERMINACION DE PERMEABILIDAD.-

Ejm: Acuifero Challa, Jahuira - Zepita

Fórmulas	$k = \frac{Q}{2 \cdot dy \cdot \frac{dy}{dx}}$	<u>Datos</u>	
		Pezo # 1	Pezo # 2
		Q = 2.1	2.1
		X = 3.35 m	10.4 m
		y =- 1.95	22
		$\frac{dy}{dx}$ 0.03	0.164

Para Pezo # 1

$$K_1 = \frac{2.1}{2 \times 3.14 \times 33.5 \times 19.5 \times 0.43} = 0.0119 \frac{\text{cm}}{\text{sg}}$$

Para Pezo # 2

$$K_2 = \frac{2.1}{6.28 \times 104 \times 22 \times 0.164} = 0.0085 \frac{\text{cm}}{\text{sg}}$$

Promedio

$$K = 0.0103 \frac{\text{cm}}{\text{sg}}$$

Métodos de aforo.-

Los principales métodos utilizados por el Plan Nacional de Agua Potable Rural en Puno son los siguientes:

1.- Aforo Volumétrico.-

Consiste en la medición directa del tiempo transcurrido en el llenado de un depósito de volumen determinado. Para ello el agua deberá ser canalizada de manera tal que su totalidad penetre en el depósito. Se practicó la medición un mínimo de 10 veces.

La ventaja principal de este aforo es que es el más preciso, mientras mas grande sea el depósito receptor. Se utilizó la -tas de 5 galones en la generalidad, un cronómetro y trozo de tubería de 2" ó 3" de diámetro para lograr el encauzamiento.

Desventajas.-

- a. No siempre es posible encauzar el agua de tal manera que la totalidad penetre en el depósito lo que imposibilita la medición.
- b. Sólo se consigue la medición de un gasto instantaneo y no se puede saber las variaciones de caudal en un lapso de tiempo prolongado ya que eso involucraría varias medicio - nes.

2.- Aforo por Vertedero triangular

El vertedero triangular es un instrumento muy conveniente pa-

ra aforar. Consiste en una abertura en V calada en una plancha que puede ser de acero de $1/8''$, instalada al final de un canal o de una caja por donde el agua tenga que pasar. El angulo de la abertura es de 90° . El aforo se hace mediante la medición de la carga, agua arriba, de la cresta del vertedero, teniendo cuidado de que se haga a una distancia lo menos $2 \frac{1}{2}$ veces mayor que la carga sobre la misma cresta del vertedero. Para tal efecto se recomienda el uso de nivel de ingeniero. El flujo en el canal deberá ser constante y libre de turbulencias. Se adjunta una tabla de gastos contra alturas.

Ventajas.-

Se sabe el gasto instantáneo en cualquier momento así como se advierte las variaciones de gasto.

Desventajas.-

- a. En un trabajo de investigación de fuentes, es un poco difícil la instalación del vertedero de tal manera que no filtre y conduzca a mediciones erradas.
- b. Las turbulencias en el flujo de aproximación, sobre todo en una distancia igual a $2 \frac{1}{2}$ veces la altura sobre la cresta impide hacer una medición correcta.

3.- Aforo por medición de descarga libre.-

Se presenta ocasiones en que es deseable hacer una estimación rápida del gasto vertido por una tubería circular que esté completamente llena. Un valor aproximado del gasto de descargue de dicha tubería, que tiene caída libre se puede lograr

mediante la medición de la distancia del final de la tubería a un punto que queda exactamente a 1 pié encima del chorro de la descarga, como se indica en la figura adjunta. La distancia en pulgadas, multiplicada por el área de la tubería en pulgadas cuadradas es aproximadamente igual al gasto de descarga en galones por minuto. Se adjunta una tabla de valores de gasto para distancias y para diámetros de tuberías.

Ventajas.-

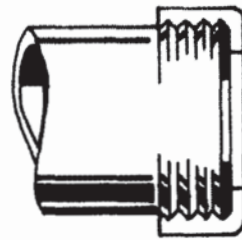
Permite una rápida apreciación del gasto y también regula las variaciones indicando si el gasto deja de ser constante, o no. Por esta última razón ha sido muy usado éste método en la regulación de un gasto constante en el bombeo de pozos de prueba para investigaciones de acuífero.

Desventajas.-

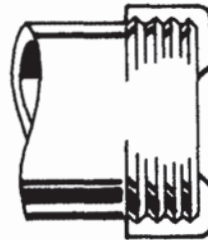
Como se ha dicho anteriormente este método es aproximado, además no es indicado cuando el tiempo es muy ventoso pues modifica la trayectoria del chorro de descargue.

4.- Aforo por orificio.-

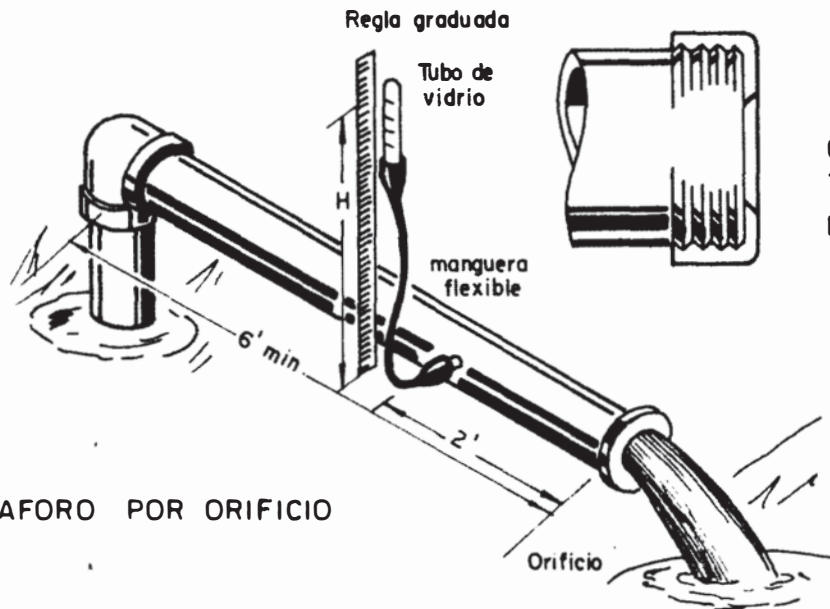
Consiste en la medición de la carga sobre una tubería que en su extremo de salida tenga un orificio de características conocidas, medición que se hace mediante un piezómetro que para el caso puede ser un conducto de caucho de pequeño diámetro conectado en un extremo a la tubería en referencia y por el otro a un tubo de vidrio para que denote la altura alcanzada la que se lee sobre una escala colocada perpendicular -



ORIFICIO EN PLATINA DE 1/16" DE ESPESOR CON HUECO DE TAMAÑO EXACTO



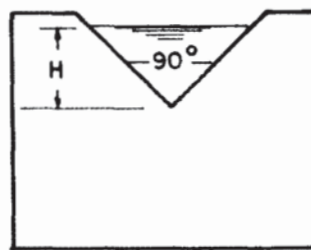
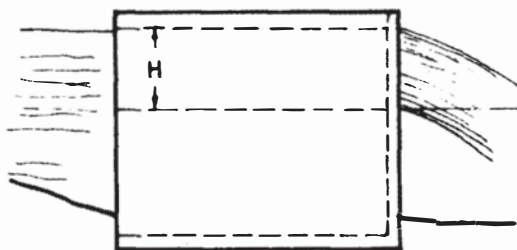
ORIFICIO EN TAPON DE TUBERIA CON BORDES EN BISEL



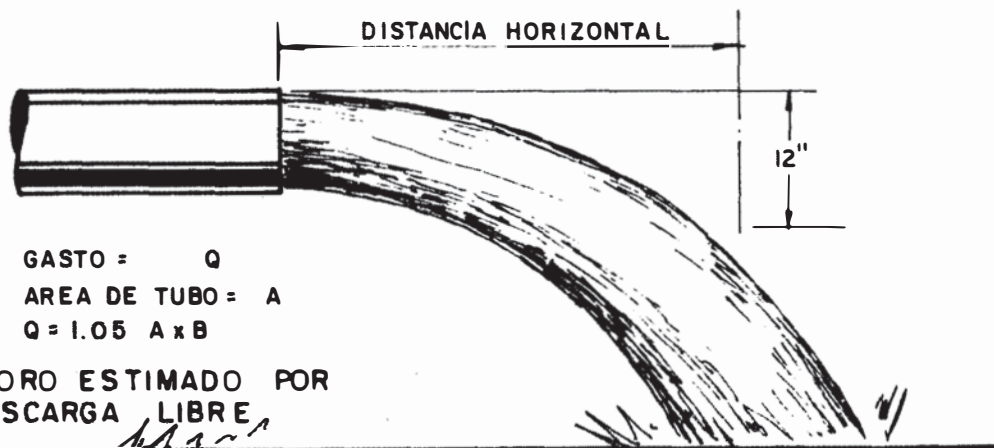
CANAL DE APROXIMACION

Medida aguas arriba por lo menos 2-1/2 veces H

H = CARGA



AFORO POR VERTEDERO TRIANGULAR



GASTO = Q
 AREA DE TUBO = A
 $Q = 1.05 A \times B$

AFORO ESTIMADO POR DESCARGA LIBRE

mente sobre la tubería. (Ver figura). Está basada en las fórmulas $v = K \sqrt{2gh}$ y $Q = A \times v$. donde v es la velocidad de salida, K es una constante que depende de los materiales y forma del orificio, g es la aceleración de la gravedad, h es la altura leída en la escala, Q es el gasto y A es el área del orificio. Se adjunta una tabla que da el gasto en lps para lecturas de carga contra varios diámetros de orificio.

Ventajas.-

Es altamente preciso y también al igual que los anteriores puede determinar las variaciones de los gastos.

Desventajas.-

Es más costoso que los anteriores y también es conveniente calibrarlo antes de utilizarlo en obra.

Factores de seguridad.-

Los aforos hechos, se sugiere que sean afectados por un coeficiente de seguridad, el cual es muy relativo hallarlo, ya que depende de muchas circunstancias, que hacen que un manantial varíe. Se recomienda especial cuidado en las siguientes condiciones:

- a. Cuando la cuenca es muy pequeña
- b. Cuando el manantial aflora por roca fisurada
- c. En época de lluvias

En todo caso, se recomienda que la cantidad aforada debe ser por lo menos el doble de la cantidad necesitada.

Nota.- Dos principios hidráulicos que norman los métodos de afo-

ro mencionados pueden ser hallados en cualquier libro de hidráulica.-

Referencias:

- "Wells" Publicación hecha por el ejército y fuerza Aerea de Estados Unidos en 1957.

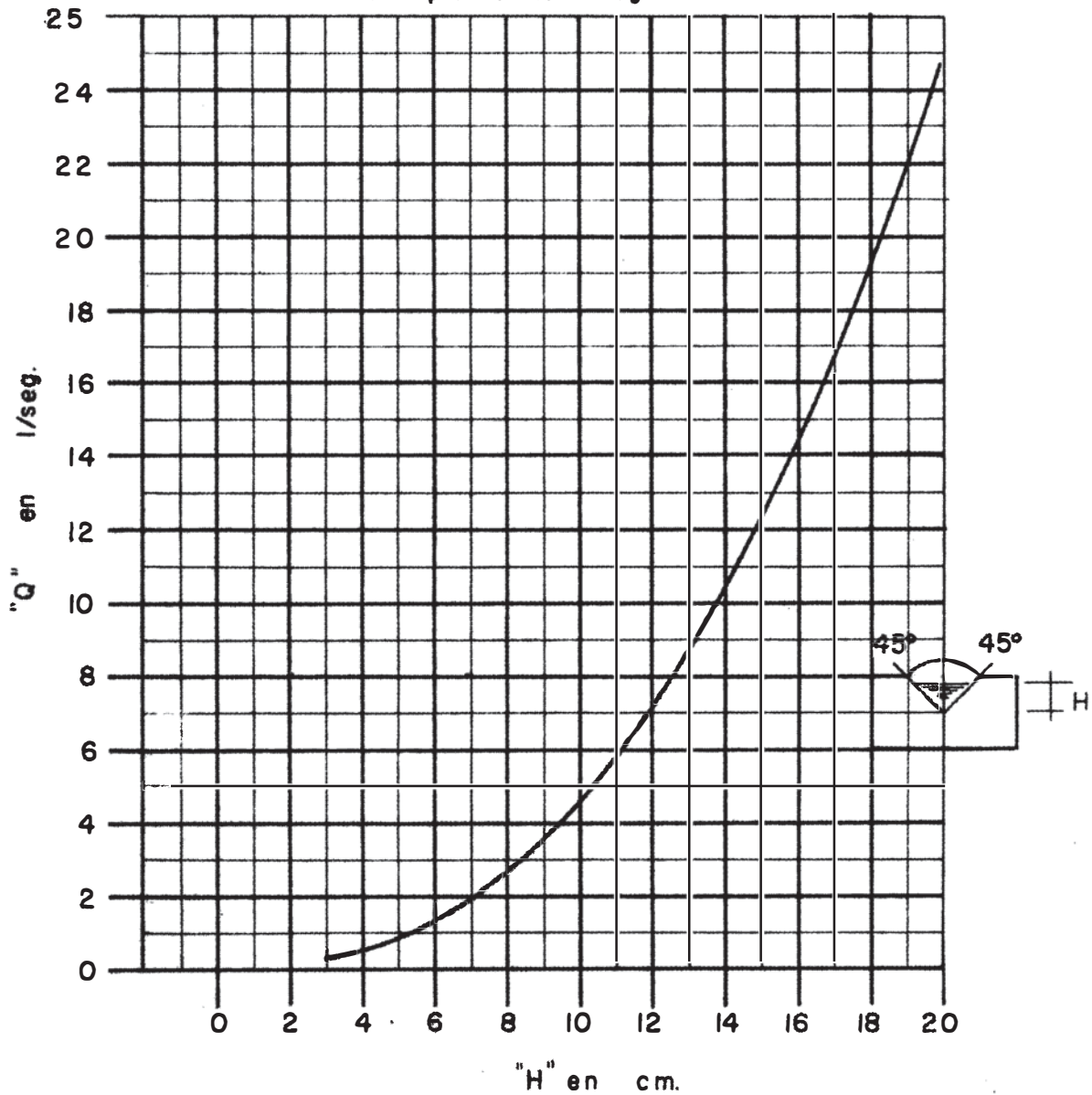
VERTEDERO TRIANGULAR A 90°, PLANCHAS DE FIERRO
SIN PULIR ESPESOR APROXIMADO 1/16" BORDES AFILADOS

FORMULA DE KING

$$Q = 2.52 H^{2.47}$$

H en pies

Q en pies cubicos/seg.



TABULACION DE DESCARGA EN LITROS POR SEGUNDOS DE UN MEDI-
DOR POR ORIFICIO CIRCULAR

Altura piezométrica sobre el centro del orificio (Pulgadas)	Tubería 4"		Tubería de 6"		
	Orificio de 2 1/2" de abert.	Orificio de 3" abert.	Orif. 3"	4"	5"
	lps	lps	lps	lps	lps
6	3.96	6.40			
7	4.14	6.91	5.52		
8	4.4	7.42	5.9	11.3	22.0
9	4.7	7.9	6.3	11.9	23.2
10	5.02	8.3	6.7	12.6	24.5
12	5.5	9.1	7.2	13.8	27.0
16	6.3	10.5	8.3	15.9	31.2
20	7.0	11.8	9.4	17.8	34.6
25	7.8	13.2	10.6	20.0	38.4
30	8.6	14.5	11.4	22.0	42.0
40	10.0	16.7	13.2	25.2	49.2

Diam. tub.	GASTO APROXIMADO DE UNA TUBERIA (TUBOLLENO) EN lps							
	D I S T A N C I A H O R I Z O N T A L							
	12"	14"	16"	18"	20"	22"	24"	26"
2"	2.58	3.02	5.46	3.84	4.3	4.7	5.15	5.60
3"	5.65	7.2	7.6	8.5	9.4	10.4	11.3	12.2
4"	9.4	11.4	13.1	14.7	16.2	17.8	19.5	21.1
6"	22.2	25.8	29.5	33.2	36.2	40.5	44.3	48.0

CALIDAD DEL AGUA

Calidad de aguas empleadas per el Plan Nacional de Agua Potable Rural en Puno.-

Afertonadamente, los análisis de las muestras precedentes de las fuentes a ser utilizadas per el Plan Nacional de Agua Potable Rural en Puno, dieron resultados satisfactorios tal como se aprecian en el cuadro adjunto.

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUAS EMPLEADAS COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO POR EL PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL EN PUNO

(Valeres Máximes)

	<u>Manantiales</u>	<u>Agua Superf.</u>	<u>Pozo</u>
<u>CARACTERISTICAS FISICAS</u>			
Turbidez (ppm)	10	26	35
Color (ppm)	8	94	110
Olor (unid)	0	0	-
<u>CARACTERISTICAS QUIMICAS</u>			
Dureza total (ppm-CO ₃ Ca)	66	24	270
Dureza ne carb. "	60	-	-
Alcalinidad total "	118	70	350
Anhidride Carbónico ppm CO ₂	6	8	
Cloruros (Cl) ppm	180	140	12.5
Sulfates (SO ₄)	3	6	15
Sólidos totales	220	200	
Pérdidas per ignición	110	80	
Residue fije	117	120	
pH	6.0 - 8.4	6.4 - 8.4	7.7
Fierro en Fe	00	0.024	0.48

Sin embargo, se sabe positivamente que en general las aguas subterráneas son duras. Así se tomó una serie de muestras en la localidad de Caracoto dando los siguientes resultados:

	Tacani	Fab. Cemento	Pampa Mur- munturi	Plaza de Ar- mas	Rio Suches
pH	6.75	6.65	8	7.45	7.40
Celer	65 m	0	50	10	10
Turbidez	20	0	20	5	10
Cloruros	77,5 (Cl)	1,075	250	90	215
Sulfato	210 ppm (SO ₄)	1,750	250	190	55
Dureza total	520 ppm	2,800	430	510	130
" Cálctica	365	2,000	300	380	120
Dureza Mag.-	155	800	1,300	130	10
Alc. Total	310 ppm	580	200	480	110

Camino a
Juliaca

Normas de Potabilidad.-

El Plan Nacional de Agua Potable Rural se ciñe a los padrones standard promulgados por la Organización Mundial de la Salud la cual se adjunta.

ANALISIS FISICO QUIMICO DE LAS AGUAS DEL LAGO TITICACA

pH	7.0		
Color	2.0	u como	K ₂ PtCl ₆
Turbidez	4.0	ppm	
Alcalinidad de la Fenoltaleina	.0.0	ppm	como CaCO ₃
Alcalinidad al Metil Orange	84.0	ppm	" "
Bicarbonatos	84.0	ppm	" "
Carbonatos	0.0	ppm	" "
Dureza Permanente	247.2	ppm	" "
Dureza Temporal	84.0	ppm	" "
Calcio	130.0	ppm	" "
Magnesio	201.2	ppm	" "
Cloruros	310.0	ppm	" Cl
Sulfatos	305.0	ppm	" SO ₄
Fierro	0.2	ppm	" Fe
Nitritos	0.0	ppm	" NO ₂
Nitratos	3.0	ppm	" NO ₃
Aluminio	0.01	ppm	" Al
Fluoruros	0.3	ppm	" F
Sólidos Totales	1,300.0	ppm	
Sólidos Disueltos	1,200.0	ppm	
Sólidos Suspendidos	100.0	ppm	

Fuente de información: Corporación de Ingeniería Civil
Ing° Luis Sotelo.

PATRONES STANDARD.- Promulgados por la Organización Mundial de la Salud, aplicables a las aguas naturales destinadas al Agua Potable (1965)

CONSTITUCION	Optimo Manantial necesitando ape- nas desinfección como tratamiento	Manantial bueno necesitando tra- tamiento comun como filtración y desinfección.	Manantial precario ne- cesitando tratamiento especial y desinfección
BOD (5 días) mg/lt.-Media men- sual Máximo (día muestra).	0.75 - 1.5 1.00 - 3.0	1.5 - 2.5 3.0 - 4.0	Encima de 2.5 Encima de 4.0
N.M.P Coliforme per 100 mil media mensual Máximo (día mues- tra)	50 - 100 Encima de 100	50 - 5,000 Encima de 5,000	Encima de 5,000 Encima de 20,000
Oxígeno disuelto (OD) mg/lt medio % saturación	4.0 - 7.5 75% o más	4.0 - 6.5 60% o más	4.0 - - -
pH medio	6.0 - 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5
Cloruros max. mg/lt	50 ó menos	50 - 250	mas de 250
Fluoruros mg/lt	menos de 1.5	1.5 - 3.0	Encima de 3
Compuestos fenóli- cos máximo mg/lt	Nada	0.005	Mas de 0.005
Color, unidades	0.20	20 - 150	" " 150
Turbidez, unidades	0 - 10	10 - 250	" " 250
Fe - Mn (ppm)	0.30 menos	0.3	Encima de 0.3
Magnesio (ppm)	125 o menos	125	Sobre 125

//..

..//

Sulfatos	50 o menos	125	Sobre 125
Sólidos totales (ppm)	500 - 1,000	1,000	1,000
Dureza (ppm) como CaCO ₃	100 - 200	200	200
Alcalinidad total (ppm) como CaCO ₃	120 o menos	120	Sobre 120

LIMITES DE COLIFORMES EN AGUA BRUTA DESTINADA AL ABASTECI-
MIENTO PUBLICO

Media mensual limite de numero de organismos coliformes por mi- límetro	Aplicabilidad en abasteci- miento público de agua
0 a 0.5	Mediante purificación por simple cloración
0.5 a 50	Mediante purificación por filtración y post clora- ción
50 a 200	Dudosa inadecuada a purifi- cación por tratamiento con- vencional necesitando de pre-tratamiento (sedimenta- ción, coagulación...)
Más de 200 en mas del 5% de muestras	No se presta para trata- miento.

B I B L I O G R A F I A

- Informe del Area de Salud de Puno para el VII Ciclo de Reuniones Departamentales dedicadas a Problemas de Salud Pública.
- Ley # 13997 de Saneamiento Básico Rural.
- El Plan Nacional de Agua Potable Rural en Junín - Gálvez-Trece - Facultad Ingeniería Sanitaria UNI.
- "Water Supply and Sewage" - Steel
- Normas generales para proyectos de abastecimientos de Agua Potable - Servicio Especial de Salud Pública -
- "Aguas de Regadío" Boletín # 3 Volumen # 1 de la Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura.
- Mi contribución a la salvación de Puno - Julio Escobar - Tesis Facultad de Ingeniería Civil.
- Contribución a la climatología e Hidrología de la Cuenca del Titicaca - Félix Monheim 1956
- "La regionalización del Perú para el desarrollo" - Costa, Pérez Godoy, Quiroga, Smal - Tesis Facultad Ingeniería Civil. UNI.
- "Applied Hidrology - Linsley, Kohler y Paulhus
- "El clima de la Cuenca del Lago Titicaca y su influencia en la producción agrícola" José Arce Borda - Facultad Agronomía - Universidad Nacional San Antonio Abad - Cuzco.
- "Water Supply and waste water disposal".- Fair and Geyer
- "Ground water hidrology" .- Tood
- Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno - ONERN.
- Investigación geológica en la zona circunvecinal al Lago Titicaca - Normal D. Newell.
- Plan Regional para el desarrollo del Sur

- *Apuntes en clases de "Abastecimientos de Aguas" de la Facultad de Ingeniería Sanitaria UNI dictadas por el Ing. Pflucker.*
- *"Distribución de aguas en las aglomeraciones" Couvin y Didier.*
- *"Wells" - Publicación hecha por el ejército y fuerza aérea de Estados Unidos en 1957.*

----- oooooo -----